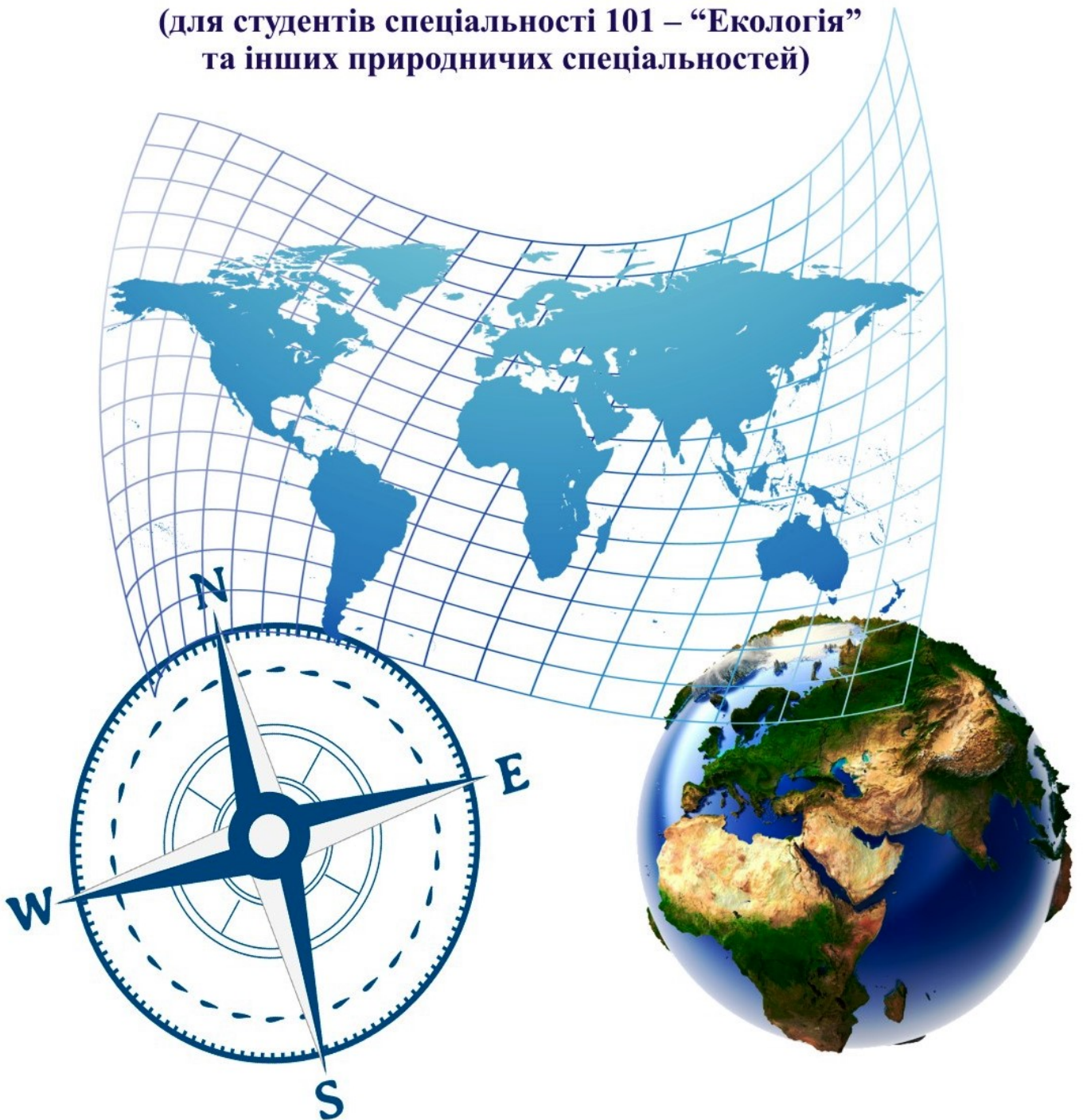


Міністерство освіти і науки України
Львівський національний університет імені Івана Франка
Геологічний факультет

Іван Книш, Надія Кремінь

ОСНОВИ КАРТОГРАФІЇ

**навчально-методичний посібник
(для студентів спеціальності 101 – “Екологія”
та інших природничих спеціальностей)**



Міністерство освіти і науки України
Львівський національний університет імені Івана Франка
Геологічний факультет
Кафедра екологічної та інженерної геології і гідрогеології

Іван Книш, Надія Кремінь

ОСНОВИ КАРТОГРАФІЇ

**Навчально-методичний посібник
для студентів спеціальності 101 – “Екологія”
та інших природничих спеціальностей**

Львів - 2021

УДК 528.9

Рецензенти:

д-р техн. наук В. Карабин

(Львівський державний університет безпеки життєдіяльності),

канд. техн. наук Ю. Голубінка

(Національний університет “Львівська політехніка”)

Рекомендовано до друку вченою радою
геологічного факультету ЛНУ імені Івана Франка,
протокол № 71/3 від 24.03.2021 р.

Книш І. Основи картографії : навч.-метод. посібник для студентів спеціальності 101 – “Екологія” та інших природничих спеціальностей) / Іван Книш, Надія Кремінь. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2021. – 236 с.

У навчально-методичному посібнику стисло схарактеризовано основні теоретичні аспекти дисципліни “Основи картографії”, історію, сучасний стан і перспективи картографії, сучасні методи картографічних досліджень. Наведено загальні уявлення про типи картографічних творів, їхню математичну основу, способи картографічного зображення, засоби укладання, генералізації й оформлення, методи використання карт і атласів у сфері охорони навколишнього природного середовища, а також детальні інструкції щодо виконання студентами лабораторних робіт.

Відповідальний за випуск: завідувач кафедри екологічної та інженерної геології і гідрогеології, к. г.-м. н., доц. П. Волошин

Відповідальний редактор: к. г.-м. н., доц. Є. Сливко

© Книш Іван, Кремінь Надія, 2021

© ЛНУ ім. Івана Франка, 2021

ЗМІСТ

Передмова.....	6
----------------	---

ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ

Тема 1. Поняття, предмет і завдання картографії в системі екологічних наук	7
1.1. Визначення картографії та її розділи	7
1.2. Міждисциплінарні зв'язки картографії як науки.....	9
1.3. Предмет і завдання картографії в екології	10
Тема 2. Історія розвитку картографії	11
2.1. Картографія античного часу.....	11
2.2. Картографія Середньовіччя (V–XVII ст.).....	13
2.3. Картографія нового часу (XVIII–XIX ст.).....	14
2.4. Картографія новітнього часу (XX–XXI ст.).....	15
2.5. Україна на старовинних картах і сучасна картографія	16
Тема 3. Карта й інші геообразиження	20
3.1. Карта, її визначення	20
3.2. Елементи карти.....	21
3.3. Властивості карти.....	23
3.4. Функції карти.....	24
3.5. Класифікація карт та інших геообразень.....	25
3.6. Інші моделі земних об'єктів чи процесів	27
Тема 4. Математична основа карт	30
4.1. Масштаб карти.....	30
4.2. Розграфлення, номенклатура і рамки карти.....	31
4.3. Компонування. Орієнтування картографічних сіток	34
Тема 5. Картографічні проєкції	35
5.1. Форма і розмір Землі.....	35
5.2. Спотворення.....	37
5.3. Картографічні проєкції, їхня класифікація й аналітичне вираження.....	39
5.4. Вибір проєкцій.....	45
Тема 6. Картографічні умовні знаки і способи картографічного зображення	46
6.1. Умовні знаки топографічних карт	46
6.2. Способи картографічного зображення	47
6.3. Підписи на картах.....	51
Тема 7. Зображення рельєфу.....	52
7.1. Особливості зображення рельєфу.....	52
7.2. Перспективні зображення.....	53

7.3. Спосіб висотних позначок	53
7.4. Спосіб горизонталей	54
7.5. Гіпсометричний спосіб	55
7.6. Пластичні способи	55
7.7. Стереоскопічні способи	56
Тема 8. Картографічна генералізація	57
8.1. Поняття картографічної генералізації	57
8.2. Чинники генералізації	58
8.3. Способи генералізації	59
8.4. Оцінка точності генералізації	60
Тема 9. Тематичне картографування	62
9.1. Основні відомості	62
9.2. Складання і проектування тематичних карт	62
9.3. Окремі види тематичних карт	64
9.4. Екологічні карти	66
9.5. Застосування тематичних карт у науковій і практичній діяльності	67
Тема 10. Картографування екологічних об'єктів і явищ	69
10.1. Способи зображення	69
10.2. Інформаційні джерела екологічного картографування	70
10.3. Особливості складання екологічних карт	72
10.4. Комплексне екологічне картографування	73
Тема 11. Атласне картографування	74
11.1. Атлас і його особливості	74
11.2. Систематизація розділів в атласах	75
11.3. Класифікації атласів	75
11.4. Атласне картографування в Україні	77
Тема 12. Вимірювальні прилади й устаткування	79
12.1. Прилади для польових картографічних робіт	79
12.2. Прилади для камеральних робіт	84
12.3. Фотограмметричне устаткування	85
12.4. Маркшейдерські інженерні прилади	88
Тема 13. Геоінформаційне картографування	91
13.1. Визначення ГІС	91
13.2. Застосування ГІС	92
13.3. Класифікація ГІС	93
13.4. Сучасні програмні продукти ГІС	95
Тема 14. Картографічні ресурси й сервіси інтернету. Геопортали	98
14.1. Цифрові картографічні ресурси	98
14.2. Геопортали Інтернету	100

14.3. Поняття про геоматику. Ландмарки	103
Тема 15. Глобальні навігаційні супутникові системи	104
15.1. Поняття про наземну й супутникову навігацію.....	104
15.2. Принцип роботи супутникової системи навігації	105
15.3. Приклади супутникових навігаційних систем.....	106
15.4. Портативні навігатори	107

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ РОЗДІЛ

Лабораторна робота № 1. Карта, елементи й особливості її компонування.....	110
Лабораторна робота № 2. Масштаби топографічних карт	115
Лабораторна робота № 3. Розграфлення й номенклатура карт.....	119
Лабораторна робота № 4. Визначення довжини і площі на топографіч- ній карті	127
Лабораторна робота № 5. Визначення картографічних проєкцій.....	135
Лабораторна робота № 6. Визначення координат точок	145
Лабораторна робота № 7. Умовні знаки	152
Лабораторна робота № 8. Проведення горизонталей за позначками висоти.....	156
Лабораторна робота № 9. Побудова профілю місцевості й інші задачі, які розв'язують за допомогою горизонталей	166
Лабораторна робота № 10. Кути орієнтування.....	172
Лабораторна робота № 11. Прийоми і способи картографічного дослідження.....	178
Лабораторна робота № 12. Вивчення й аналіз географічних атласів	186
Лабораторна робота № 13. Створення просторової інформації в Google Maps.....	189
Лабораторна робота № 14. Додавання просторової інформації в OpenStreetMap	195
Лабораторна робота № 15. Дешифрування аерофотознімків	203

ВИКОРИСТАНІ ТА РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА	208
---	------------

ДОДАТКИ

Додаток 1	214
Додаток 2	220
Додаток 3	226
Додаток 4	227

ПЕРЕДМОВА

“Основи картографії” – одна з професійно-орієнтованих дисциплін спеціальності 101 “Екологія”, яка передбачена освітньо-професійною програмою для студентів геологічного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка.

Пропонований навчально-методичний посібник розроблено з метою поглиблення й закріплення теоретичних знань і вироблення практичних навичок у студентів з дисципліни “Основи картографії”.

Мета дисципліни – навчити майбутнього фахівця-еколога читати, аналізувати, досліджувати й оцінювати географічні, еколого-геологічні й інші тематичні карти для отримання інформації про місцевість. Студенти повинні знати особливості способів картографічного представлення інформації й розуміти основні принципи проектування карт. Ключові **завдання** курсу такі: вивчити сучасні аспекти картографування; навчитись розуміти властивості карт; ознайомитись зі станом сучасного картографування в Україні й за кордоном; засвоїти провідні методики екологічного картографування.

У посібнику стисло схарактеризовано основні теоретичні аспекти дисципліни й сучасні методи картографічних досліджень, наведено історію, сучасний стан і перспективи картографії. Дисципліна надає загальне уявлення про типи картографічних творів, їхню математичну основу, способи картографічного зображення, засоби укладання, генералізації й оформлення, методи використання карт і атласів у сфері охорони навколишнього природного середовища (НПС). Наведено детальні інструкції щодо виконання лабораторних робіт, які ґрунтуються на чинних нормах і правилах Держстандартів України.

Наприкінці кожної лабораторної роботи наведено контрольні питання, відповіді на які дадуть студентам змогу удосконалити розуміння теоретичних і практичних знань з відповідних методів дослідження.

ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ

Тема 1. ПОНЯТТЯ, ПРЕДМЕТ І ЗАВДАННЯ КАРТОГРАФІЇ В СИСТЕМІ ЕКОЛОГІЧНИХ НАУК

1.1. Визначення картографії та її розділи

Картографія в сучасному розумінні є симбіозом науки, техніки й виробництва, який поєднує вивчення, створення й використання різноманітних картографічних творів.

Предмет картографії – дослідження об’єктів земної поверхні з погляду геометрії й розроблення способів моделювання цієї поверхні з метою одержання інформації про об’єкти, предмети і процеси на місцевості.

Ключовим **завданням** картографії є відображення й дослідження просторового розміщення, поєднання і взаємозв’язку явищ природи і суспільства за допомогою певних образно-знакових моделей – картографічних зображень.

Серед основних розділів (дисциплін) картографії виокремимо такі (рис. 1.1.1).

1. Теоретична картографія – наука, яка досліджує предмет, методи картографії, методологію створення й використання карт.

2. Історія картографії – передбачає вивчення основних етапів і закономірностей розвитку картографічної науки й виробництва.

3. Математична картографія – пов’язана з вивченням математичної основи карт (масштабу, координатної сітки, проєкцій, методів оцінки спотворень, компонування й орієнтування карт тощо). Поява глобальних систем позиціонування (GPS–ГПС) зумовила виділення в математичній картографії такого напрямку, як супутникове позиціонування.

4. Картознавство – наука, яка вивчає виникнення й розвиток карти, її складові елементи і властивості, можливості використання карт на практиці.

5. Проектування і складання карт – наука про методи і процеси виготовлення картографічних творів за камеральних умов.

6. Використання карт: картографічний метод дослідження – охоплює методи використання картографічних творів у різних галузях промисловості й інших видах діяльності. Цей метод передбачає пізнання зображених на картографічних творах об’єктів і явищ.

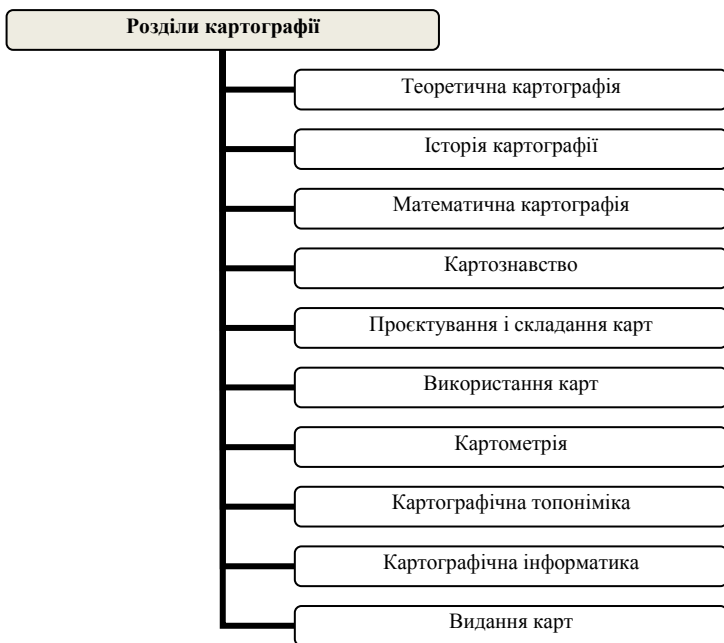


Рис. 1.1.1. Розділи картографії.

7. Картометрія – учення про вимірювання й обчислення за допомогою карт довжини, висоти, координат, площі, обсягу, кутів тощо.

8. Картографічна топоніміка – передбачає дослідження вибору географічних назв, їхню правильну передачу в картографічних творах, визначення суті значення назв і термінів, їхню відповідність загальноприйнятим нормативам і стандартам.

9. Картографічна інформатика – вивчає й розробляє методи збирання, зберігання й поширення інформації про картографічні твори, передбачає їхню систематизацію, складання каталогів, покажчиків, списків, оглядів тощо.

10. Видання карт – передбачає розроблення методів і процесів відтворення й механічного розмноження (друкування) карт, атласів та інших картографічних творів.

Поява нових галузей знань зумовила виникнення нових розділів тематичної картографії. Серед них – геологічне, геоморфологічне, ґрунтознавче, радіоекологічне та інші картографування.

1.2. Міждисциплінарні зв'язки картографії як науки

Нині картографія тісно пов'язана практично з усіма галузями знань, серед яких соціально-економічні, природничі, технічні й навіть філософські дисципліни (рис. 1.1.2). Історично склалося так, що картографія найближча до наук про Землю й окремих природничих дисциплін (свого часу її навіть ототожнювали з географією). Сучасні геолого-геоморфологічні, ґрунтознавчі, метеорологічні, екологічні дослідження важко уявити без картографічних творів, які відображають вузьку специфіку зазначених спеціальностей.

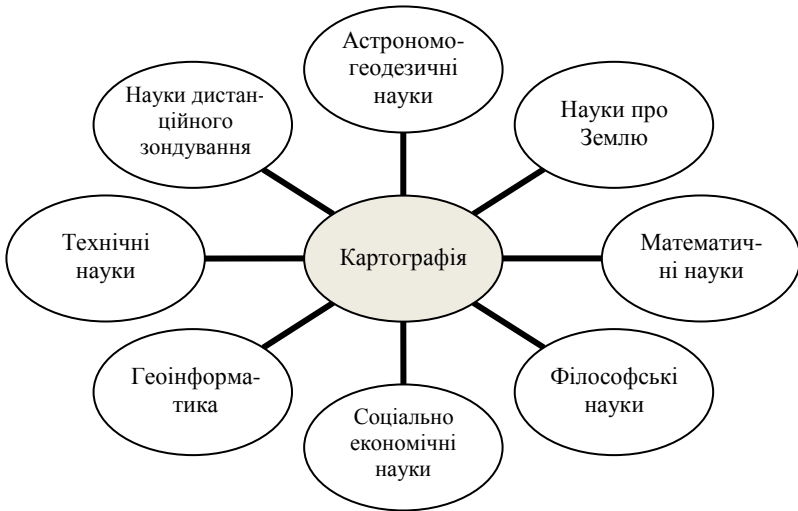


Рис. 1.1.2. Схема міждисциплінарних зв'язків картографії.

Значення геодезії для картографії важко переоцінити, адже за її допомогою можна отримати відомості про форму й розмір Землі, координати точок на земній поверхні, методи вимірювання й обчислення просторової інформації тощо.

В основі методів розв'язання наукових і практичних завдань картографії лежать закони фізики й математики: закони механіки, гравітації, теорія ймовірностей, теорія множин, теорія інформації, математичний аналіз, математична логіка, статистика, геометрія, тригонометрія тощо. Це ключові знання, які потрібні під час побудови картографічних проєкцій, картографічного моделювання, створення певних алгоритмів і програм щодо проведення картографування й використання карт, розроблення геоінформаційних сис-

тем. Знання з оптики, електроніки, радіотехніки важливі для розробки й експлуатації геодезичних приладів.

Для створення нових картографічних творів, приладів чи матеріалів слугують технічні науки (поліграфія, електроніка, хімічна технологія, напівпровідникова й лазерна техніка, приладобудування та ін.).

Методи дистанційного зондування (аеро-, космічні й підводні знімання, моніторинг) нині є найпоширенішими методами для оновлення наявних картографічних творів і створення цифрових баз даних картографічної інформації.

Картографія широко використовує досягнення геоінформатики, яка займається вивченням методів пошуків, збирання, перетворення, збереження, передавання й поширення геопросторової інформації. Безумовним трендом сучасної картографії є застосування геоінформаційних систем.

Філософські науки (теорія моделювання, логіка, теорія відображення, системний аналіз та ін.) слугують основою для розроблення теоретичних концепцій картографії, методів моделювання й системного картографування.

Картографія використовує здобутки суспільно-економічних наук й тісно інтегрована з ними в процесі створення тематичних карт і атласів.

1.3. Предмет і завдання картографії в екології

Розвиток картографування у сфері охорони НПС пов'язаний з представленням актуальної інформації про стан компонентів довкілля, зумовлений викликами, які з'явилися внаслідок інтенсивного розвитку промисловості й нераціонального використання природних ресурсів. Екологічне картографування почало набирати інтенсивних обертів наприкінці ХХ ст. В Україні воно пов'язане з потребою створення інформаційних баз даних для систем екологічного моніторингу й управління.

Предметом дослідження в цій сфері є картографічне представлення й моделювання екологічного потенціалу геосистем, екологічних умов і ситуацій.

Завдання:

– аналіз і оцінка екологічного потенціалу окремих територій;

- визначення екологічного стану компонентів довкілля (грунтів, водних ресурсів, літосфери, атмосфери, біосфери);
- дослідження міграції мікроелементів у компонентах довкілля та прогнозування поширення полутантів на місцевості;
- розроблення проєктів щодо ведення різних видів господарської діяльності з урахуванням оцінки впливу на довкілля;
- дослідження впливу екологічних умов на стан здоров'я населення в країні чи окремому регіоні;
- прогнозування екологічного стану в країні чи регіоні;
- інформаційний супровід під час екологічного моніторингу чи екологічної експертизи.

Література: [4, 9, 34, 42, 53]

Питання для самоконтролю

1. Що таке картографія?
2. Яке основне завдання картографії?
3. Які розділи картографії ви знаєте?
4. У чому полягає зв'язок картографії з іншими науками?
5. Що є предметом вивчення картографії в галузі екології?
6. Які ключові завдання картографії в галузі екології?

Тема 2. ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ КАРТОГРАФІЇ

2.1. Картографія античного часу

Схематичні малюнки локалізації поселень чи місць полювання з напрямками доріг до них з'явилися ще в первісному суспільстві. Їх відшуковують на скелях, стінах печер, берестяних, кістяних або глиняних табличках тощо. Розширення торговельних зв'язків і завойовницьких походів сприяло побудові зображень на планах і картах нових земель. Глиняні таблички Вавилону, папірусні зображення стародавнього Єгипту – це історичні свідчення розвитку способів картографічного зображення в стародавньому світі.

Перші уявлення про форму Землі були суперечливі. Зокрема, давні індуси вважали, що Земля лежить на спинах чотирьох слонів; вони стоять на велетенській черепаці, яка плаває в молочному морі. Натомість стародавні греки уявляли Землю у вигляді величезної опуклої рівнини, навколо якої тече річка Океан.

Проте вже в V–IV століттях до н. е. Піфагор висунув припущення про кулястість Землі. Докази цієї гіпотези були й у творах Аристотеля (384–322 рр. до н. е.). Найближче до реального визначення довжини земного меридіана належить олександрійському математику, астроному й географу Ератосфену (276–194 рр. до н. е.) – 252 тис. стадій, що відповідає 39,7 тис. км, а це досить близько до дійсної величини меридіану – 40 009 км.

Астроном Гіппарх (близько 190–126 рр. до н. е.) запропонував будувати карти з використанням сітки меридіанів і паралелей, увів поняття *широта* і *довгота*; для позначення положення точок на земній поверхні запропонував використовувати запозичений у вавилонян розподіл кола на градуси, хвилини й секунди.

Давньогрецький учений-математик, астроном, картограф і географ Клавдій Птоломей (I–II ст. н. е.) розробив конічну й псевдоконічну проєкції. На його карті світу показано географічні координати у вигляді географічної сітки з рівними інтервалами, які вираховували в градусах; широту вимірювали від екватора, а довготу – від крайньої західної точки відомого тоді світу.

Характерною рисою карт того часу було точне зображення берегової лінії й позначення морських течій і напрямку вітру, різні інформативні малюнки й пояснювальні тексти – у них розповідали про те, які народи живуть на описуваній території, якою мовою вони розмовляють, які у них звичаї. Давньогрецькі географи розрізняли тільки дві частини світу: Європу (країни на північ і захід від Греції) і Азію (східні території). У період панування римлян на південному узбережжі Середземного моря на картах з'явилася назва третьої частини світу – Африка.

У Стародавньому Римі карти використовували з військовою й торговельною метою для транспортних зв'язків з віддаленими провінціями чи країнами. За часів Юлія Цезаря розпочали вимірювати дороги, які позначали через кожну милю кам'яними стовпами з зазначенням на них відстаней. Результати таких вимірювань стали підґрунтям для створення карти відомого римлянам світу, яку підготував Марк Віпсаній Агріппа (бл. 63–12 рр. до н. е.).

З'явилися дорожні карти. Земельна політика Риму потребувала виконання знімів під час організації нових поселень і колоній та зумовила появу професії землеміра. Для них розробляли інструкції й керівництва з техніки знімів з супровідними кресленнями.

2.2. Картографія Середньовіччя (V–XVII ст.)

Після Птолемея розвиток картографії зупинився. На початку середньовіччя під впливом релігійного світогляду вчення про кулястість Землі відкинули, тому проєкції стали непотрібні. Карти того часу досить примітивні, на них вирізняються тільки численні деталі й нові релігійні елементи, наприклад, зображення Єрусалиму.

У *ранньому Середньовіччі* (V–XIV ст.) в Європі карти складала ченці при монастирях; часто вони слугували ілюстраціями до Біблії.

У країнах Арабського Сходу картографія продовжувала розвиватись, наслідуючи досягнення греків і римлян. Тривалий час мусульмани задовольнялися текстовими описами й дорожніми картами. Перші власне географічні карти арабів датовані IX ст. Відомості до карт часто були скопійовані з європейських і недостовірно відображали елементи рельєфу чи берегової лінії (наприклад, карта Істахрі X ст.). Особливістю арабських карт є те, що південь зображали у верхній частині карти. Однак поступово на Арабському Сході нагромаджували нові дані про навколишній світ, тому наповнення карт поліпшилось (це видно з карти Ібн-Саїда XIII ст.). Зони Середземномор'я і Причорномор'я цілком пізнавані. Основну увагу приділяли цікавим для арабів територіям – Азії, Північно-Східній Африці й Індійському океану.

Розквіт арабської картографії пов'язаний з ім'ям географа і картографа аль-Ідрісі (1100–бл. 1165 рр.), який створив карту відомої на той час частини світу на срібній пластині розміром 3,5×1,5 м і на 70 аркушах паперу.

У *пізньому Середньовіччі* розвиток картографії в Європі збігається з розвитком торгівлі через Середземне й Чорне моря. Тому в XIV ст. значно поширились морські компасні карти – портулани, на яких детально зображали берегову лінію й місця стоянки суден. Для прокладання курсу корабля на них викреслювали спеціальну мережу компасних ліній (румбів). Для вимірювання відстаней позначали лінійний масштаб. З кінця XV ст. почали виготовлятися глобуси. До нині зберігся глобус німецького географа й астронома Мартіна Бехайма (1492).

Епоху *Відродження й Великих географічних відкриттів* (XV–XVI ст.) пов'язують з розвитком торгівлі, мореплавання й колонізації. Тоді з'явився попит на географічні карти, зокрема світові,

що вимагало вдосконалення й розробки нових картографічних проєкцій. З XVI ст. створення карт стало прерогативою вчених, які використовували різні способи вимірювання місцевості.

Зокрема, Герард Меркатор розробив декілька географічних проєкцій, у тім числі рівнокутну циліндричну проєкцію для мореплавства (нині проєкцію Меркатора використовують для створення морських навігаційних та аеронавігаційних карт), підготував велике зібрання карт під назвою “Атлас” (1595).

Важливе значення для розвитку картографії мали винаходи в XV ст. способів гравірування й друкування карт. Значний попит на карти зумовив видання об’ємних багатотомних атласів великого формату (наприклад, двотомний атлас морських навігаційних карт Вагенера).

На початку XVII ст. розвитку картографії сприяли винаходи в галузі астрономії й геодезії, які дали змогу виконувати точні градусні вимірювання і створювати карти на геодезичній основі. Зокрема, винайшли мензулу (деякі дослідники приписують цей винахід німецькому математику й астроному Й. Преторі). Серед важливих винаходів того часу зазначимо такі: голландський учений В. Снелліус виконав перші градусні вимірювання винайденим ним способом триангуляції (1616); італійський учений Г. Галілей винайшов астрономічну зорову трубу, що дало змогу визначати географічні координати пунктів за допомогою астрономічних спостережень; відомий англійський фізик і математик І. Ньютон довів, що Земля має форму еліпсоїда обертання.

2.3. Картографія нового часу (XVIII–XIX ст.)

З розширенням економічних зв’язків та колонізацією нових територій у Західній Європі зросла потреба в нових картах різного масштабу й призначення. Картографічні роботи стали прерогативою академій наук – Паризької, Берлінської, Петербурзької та ін.

Завдяки використанню методу визначення точок земної поверхні – триангуляції – підвищилась точність карт. Спеціалізовані військово-топографічні підрозділи, сформовані у XIX ст. в деяких країнах, згодом отримали статус державних картографічних служб. Як наслідок, уже до середини XIX ст. у багатьох європейських країнах було видано топографічні карти їхніх територій з зображенням рельєфу способом штрихів.

Зросли вимоги до топографічних карт, що зумовило застосування методу горизонталей для зображення рельєфу. Наприкінці XIX ст. у низці країн Європи було оновлено старі і складено точніші великомасштабні топографічні карти з детальним зображенням рельєфу.

Під час складання різних картографічних творів у XIX ст. широко використовували матеріали експедицій, організованих географічними товариствами. У цей час у всіх великих морських країнах уже були навігаційні карти для мореплавців, функціонували спеціальні гідрографічні служби.

2.4. Картографія новітнього часу (XX–XXI ст.)

Під час першої світової війни було запроваджено нові методи знімань (наприклад, аерофотознімання) та вдосконалено топографічні знімання. Згодом удосконалили способи створення карт за камеральних умов з використанням стереофотограмметричних приладів. Топографічні карти широко використовували і для цивільних цілей, наприклад, під час проведення наукових досліджень і складання тематичних карт – геологічних, ґрунтознавчих, метеорологічних, океанографічних, економічних та ін.

Після першої світової війни активізувалася робота над міжнародною картою світу в мільйонному масштабі та створенням в окремих країнах національних атласів. У повоєнний період у Радянському Союзі було проведено роботи з дослідження картографічних проєкцій, а також завершено роботи з обчислення земного еліпсоїда, який назвали на честь керівника робочої групи *елінсоїдом Крассовського* (1940). Наукові зв'язки у сфері картографії здійснювалися в рамках міжнародних географічних конгресів, а з 1927 р. – ще й Міжнародного географічного союзу.

Після другої світової війни відбулися зміни в організації картографо-геодезичних робіт, зокрема, багато робіт, підпорядкованих військовим відомствам, було передано до цивільних установ. Фокус тематики картографічних творів у багатьох країнах змістився в бік вивчення і збереження ресурсів Світового океану та охорони природи. Окремі держави видали національні й регіональні атласи. Розвивались міжнародні зв'язки з картографії, які привели до створення 1961 р. *Міжнародної картографічної асоціації* (ICA – Interna-

tional Cartographic Association), головою якої протягом кількох років був радянський картограф К. О. Саліщев.

Основна риса сучасного етапу розвитку картографії – великий попит і значний обсяг робіт зі створення електронних (цифрових) карт. Одним із важливих моментів створення цифрових карт є оцифрування картографічної інформації, під час якого застосовують різні програмні засоби: Macrostation, AutoCAD, MapInfo, ARC/INFO, ГІС Object Land, Digitals, Панорама та ін. Сучасні ГІС (геоінформаційні системи) мають широкі можливості, що дає змогу виконувати багато різних операцій з графічними об'єктами за короткий проміжок часу.

2.5. Україна на старовинних картах і сучасна картографія

Перші описи території України відшукують у картографічних і географічних творах давньогрецьких, візантійських і арабських учених-мандрівників та мислителів – Анаксимандра Мілетського, Геродота, Клавдія Птоломея, Страбона, Помпонія Мели та інших, які досліджували, головню, південь України (землі Середнього Подніпров'я й Північного Причорномор'я).

Територію України за часів Київської Русі показано на рукописних картах, зокрема, на картах арабського географа Ель-Ідрісі (1100–1166), Ербсторській (XIII ст.) і Герфордській (1280) картах світу, портоланах Чорного моря, перевиданих картах К. Птоломея (з XIII ст.).

В епоху Середньовіччя докладні топографічні описи й зображення України є у працях Себастьяна Мюнстера (1540), Сигізмунда фон Герберштайна (1549), Еріха Лясоти (1594), на італійських морських компасних картах-портоланах

У XIV–XV ст. і пізніше територію України показано, наприклад, на двох картах Бернарда Ваповського (1528): “Карта, у якій ілюстровані області Корони Польської та частково Великого князівства Литовського” і “Мапа Сарматії, королівств Польського та Угорського...”. На мапі Антонія Віда (1555) показано східні й південно-східні землі України, Вацлава Гродецького – землі заходу України, Герарда де Йоде (1578–1599) – Причорномор'я, Яна Алембека (бл. 1605 р.) і Ауреліо Пассаротті (1607) – Львів з околицями.

Серед перших карт українських земель, які було побудовано на підставі власних спостережень і інструментальних зніманих, –

карти Томаша Маковського (чотири аркуші в масштабі 1 : 300 000 території на північ від лінії Снятин–Кам’янець–Брацлав–Черкаси) й широковідомі карти Гійома де Боплана (вісім аркушів у масштабі 1 : 452 000). У 1651 р. уперше видали генеральну карту України Гійома де Боплана в масштабі 1 : 1 800 000. Протягом XVII–першої половини XVIII ст. саме карти Г. де Боплана використовували в європейській картографії для відображення українських земель.

За гетьманування Івана Мазепи в Україні розпочали топографічні знімання території окремих полків. У XVII ст. з’явилися перші вітчизняні друквані карти: одна з них – це план-рисунок Києва в книзі Афанасія Кальнофойського “Тератургіма” (1638), інші дві – це рисунки печер преподобних Феодосія й Антонія, опубліковані 1661 р. в “Патерику Києво-Печерському”. Інтенсивно розвивалось військове картографування.

З 1720 р. у Російській імперії розпочали роботи з державного картографічного знімання на підставі астрономічних розрахунків. У XVIII ст. територією України проходили маршрути низки академічних експедицій. Зокрема, 1770 р. організували експедицію в Україну на чолі з Христофором Ейлером. Результатом опрацювання одержаних матеріалів експедиції стала карта Василя Кіпріянова “Карта прикордонна до річки Дніпра...” (1 : 420 000). У другій половині XVIII ст. було розпочато генеральне межування (цивільне картографування), унаслідок якого обмежили території Харківської губернії й частину Катеринославського намісництва.

Картографія в Україні в нові часи. Після третього поділу Польщі, російсько-турецьких війн, ліквідації Запорозької Січі територія України опинилась під владою Російської й Габсбурзької (пізніше Австро-Угорської) імперій. Тоді провідну роль у розвитку картографії відігравали наукові й науково-освітні заклади, у яких готували майбутніх геодезистів і картографів (московська “навігаційна школа”), при університетах створювали наукові товариства. Набирали обертів гравірування й картодрукування.

З кінця XVIII ст. почали широко використовувати тріангуляційний метод. На теренах України, яка тоді належала Габсбурзькій монархії, тріангуляційні роботи розпочали 1772 р., а на землях, що входили до складу Російської імперії, – 1825.

Корпус військових топографів виконав градусні вимірювання російсько-скандинавської дуги меридіана від гирла Дунаю до Пів-

нічного Льодовитого океану (так звана дуга Струве). Під час цих досліджень проведено тригонометричні знімання у Волинській і Подільській губерніях (1836–1841). Нині чотири геодезичні пункти цієї мережі, розташовані на території України, внесено до Переліку всесвітньої спадщини ЮНЕСКО.

Протягом 1825–1859 рр. детальні топографічні знімання території України на основі триангуляційної мережі виконали російські топографи.

Складено польські (1 : 700 000) й австрійські (1 : 520 000) карти західноукраїнських земель.

У 1862 р. Військово-географічний інститут у Відні видав “Генеральну карту Галичини і Буковини” (1 : 288 000). Протягом 1874–1875 рр. провели знімання Галичини в масштабі 1 : 25 000, під час якого для зображення рельєфу використано спосіб горизонталей.

У 1875 р. пов’язали триангуляційні мережі Австрії й Росії, що дало змогу до 1890 р. вкрити всю територію Росії астрономічними пунктами першого класу. На підставі триангуляційних робіт на трасі Пулково–Миколаїв О. Тілло склав гіпсометричну карту Європейської Росії (1889). Протягом 1904–1910 рр. провадили високоточні нівелірні роботи на трасі Чорне–Каспійське моря, а 1913 р. – на трасі Петроград–Одеса (Балтійське–Чорне моря).

Розвивалось тематичне картографування, зокрема, 1829 р. вийшла петрографічна карта Донецького кряжа (1 : 210 000), 1815 – “Геологічна карта Польщі...”, а 1836 – “Геологічний атлас Польщі”. Складено також кліматичну карту (1857), карту промисловості Європейської Росії (1842, 1853), “Геологічно-промислову карту шахт і родовищ нафти й воску в Галичині в 1881 р.” (1884), численні вузькогалузеві карти (поштова карта Київської губернії, гірничо-промислова – Донбасу, цукрової промисловості та ін.). Серед навчальних картографічних творів відомі такі: “Навчальний атлас загальної географії” Ю. І. Семашка (1858–1887), “Львів за часів панування руських князів” І. Шараневича (1861), “Стінна карта Королівства Галичини і Лодомерії...” (1895) та ін.

Українська картографія новітніх часів. Після проголошення УНР 1918 р. було створено Головну геодезичну управу, яка проіснувала до приходу радянської влади. Результатом діяльності управи було видання 54 аркушів державної “Спеціальної карти України” у масштабі 1 : 420 000 і чотирьох аркушів у масштабі

1 : 1 050 000. Розвивалося й тематичне картографування, зокрема, видано такі карти, як “Стінна фізична карта України” С. Рудницького (1918) у масштабі 1 : 1 000 000, стінні фізичні карти світу, Європи, Азії та ін. (1919–1920), “Шкільна мапа України” П. Тутковського (1 : 1 680 000; 1918), “Атлас України й сумежних країв” В. Кубійовича (1937).

У 1924 р. товариство “Укрповітряшлях” започаткувало аерофотознімання території України. З 1928 р. продовжили триангуляційні роботи на трасі Пулково–Миколаїв під керівництвом Ф. Красовського. Карти, надруковані під час другої світової війни, використовували, головню, у військових цілях. Створено спеціальні карти: бланкові, розвідувальні, кодовані, рельєфні та ін.

У повоєнний період на території СРСР було впроваджено систему координат 1942 р. та Балтійську систему висот. Картографічні роботи почали ґрунтуватись на результатах виконаних аерофото- і космічних знімачь.

Створено серію картографічних творів різноманітної тематики: ґрунтові карти сільськогосподарських підприємств (1 : 10 000), адміністративних районів (1 : 25 000, 1 : 50 000), областей (1 : 200 000). Розвивається атласне картографування: “Атлас сільського господарства Української РСР” (1958), “Атлас палеогеографічних карт Української і Молдавської РСР” (1960), “Атлас Української і Молдавської РСР” (1964), “Атлас природних умов і природних ресурсів УРСР” (1978), “Атлас ґрунтів Української РСР” (1979). У 1980-х роках видано низку туристичних атласів України.

З 1991 р. топографо-геодезичні й картографічні роботи в Україні провадять під егідою Управління геодезії, картографії і кадастру (Укргеодезкартографія) та Інституту географії НАНУ. Основними центрами картографічних досліджень стали науково-освітні установи й заклади вищої освіти (Київський, Харківський, Львівський, Чернівецький та інші національні університети).

З початку 2000-х років територія України цілком забезпечена топографічними картами в системі координат 1942 р. у масштабі від 1 : 100 000 до 1 : 1 000 000. Міські населені пункти й промислові зони забезпечені топографічними планами в масштабі 1 : 2 000 і 1 : 5 000.

Сучасні знімальні роботи виконують з використанням супутникової мережі, квадрокоптерів, дронів, безпілотників. Нині

актуальне цифрове картографування, виконання якого зумовлене необхідністю створення і ведення державного земельного кадастру і впровадженням автоматизованої системи державного земельного кадастру на всій території держави.

Література: [3, 8, 27, 29, 34, 52]

Питання для самоконтролю

1. Схарактеризуйте розвиток картографії в античний період.
2. Чим відрізняється картографія раннього й пізнього Середньовіччя?
3. Чим зумовлений розвиток картографії протягом пізнього Середньовіччя?
4. Розкрийте особливості розвитку картографії нового часу (XVIII–XIX ст.).
5. Наведіть особливості розвитку картографії у XX–XXI ст.
6. Наведіть віхи розвитку картографії в Україні.
7. Хто проводив перші картографічні дослідження в Україні протягом античного періоду?
8. Які особливості розвитку картографії на території України в Середньовіччі?
9. Схарактеризуйте особливості розвитку картографії в Україні у XVIII–XIX ст.
10. Наведіть особливості розвитку картографії в Україні протягом XX–XXI ст.

Тема 3. КАРТА Й ІНШІ ГЕОЗОБРАЖЕННЯ

3.1. Карта, її визначення

Термін *карта* для позначення відповідного зображення з'явився не відразу. У Давньому Римі картографічні твори називали *tabula* (від лат. *дошка*), терміном *formae* (форма) позначали великомасштабні кадастрові плани. Протягом Середньовіччя використовували термін *mapa mundi* – зображення світу (від лат. *mapa* – серветка, хустина). З XIV ст. почали вживати скорочений термін *mapa*. Сучасний термін *карта* відомий з XV ст. Це слово походить від латинського *charta*, яке означає невеличкий аркуш паперу (від грец. *harta* – клаптик папірису для письма).

З середини XVI ст. відоме використання терміна *план*, який уживали спочатку стосовно результатів виконання великомасштабних напівінструментальних кадастрових знімачь, що їх здійснювали в Англії. План – від англ. *plane* – площа, рівна поверхня (від лат. *planum* – рівне місце, рівнина, площа).

Від початку XIX ст. сучасний термін *карта* найбільше вживаний в англо-, франко-, німецько-, іспано-, російськомовних та інших країнах, трапляється і слово *мана*. У США й Великій Британії термін *тар* уживають щодо карт суходолу, тоді як для морських карт однозначно використовують термін *chart*.

Згідно з Держстандартом України, *карта* – це зменшене, побудоване в картографічній проєкції, узагальнене й виконане в певній системі умовних позначень зображення поверхні Землі, іншого небесного тіла чи позаземного простору з розміщеними на ньому об'єктами реальної дійсності. *Географічними* називають карти, які відображають поверхню Землі або окрему її частину, *топографічними* – загальногеографічні карти масштабу 1 : 1 000 000 і більше, на яких детально зображена місцевість.

3.2. Елементи карти

Елементи карти (тобто її складові частини) охоплюють картографічне зображення, легенду, математичну основу, допоміжне оснащення й додаткові дані (рис. 1.3.1).

Картографічне зображення є головною складовою будь-якої географічної карти. Це сукупність відомостей про природні чи соціально-економічні об'єкти й явища, їхнє розміщення, властивості, зв'язки, розвиток тощо. На тематичних картах у картографічному зображенні розрізняють географічну основу й тематичний зміст.

На різних типах карт картографічне зображення відрізняється за багатьма ознаками й залежить від їхнього змісту (корисні копалини, ґрунти, тваринний світ, розміщення промзон тощо). Географічну основу карти становлять елементи, важливі для орієнтування і прив'язки до місцевості інших компонентів змісту (берегова лінія, річкова мережа, кордони держав, адміністративні центри тощо). Вибираючи елементи географічної основи, беруть до уваги їхні зв'язки з явищами, які відповідають темі карти. Наприклад, на карті екологічного стану довкілля, відображаючи ділянки забруднення поверхневих вод, позначають елементи річкової мережі.

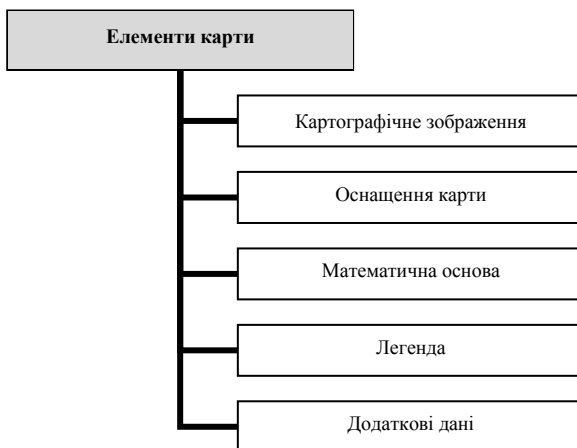


Рис. 1.3.1. Елементи карти.

Математична основа забезпечує однозначність, безперервність зображення та його вимірність. Від неї залежать особливості подання геометричних ознак складових об'єктів (довжина, ширина, площа, форма, відстань між об'єктами, напрями, кути, що утворюють між собою певні напрями чи лінійні елементи об'єктів тощо). До математичних елементів карти належать масштаб, картографічні проєкції, координатна сітка, елементи компоновання, система розграфлення.

Оснащення карти представлене графічними елементами і поясненнями, які розміщують на карті для полегшення користування. До оснащення карти належать координатна сітка, легенда, масштаб, шкала закладень, схеми магнітного відхилення і зближення меридіанів, схема розташування сусідніх аркушів карт тощо. Також до оснащення карти можна зачислити заголовок карти, вихідну інформацію про видавця, дату й місце видання, тираж, інші текстові пояснення, подані за рамкою карти.

Легенда (умовні позначення) – це зведення використаних на карті умовних знаків, палітри кольорів, зразків штрихування, текстових пояснень до них, які коротко й точно тлумачать їхній зміст. Легенда відображає застосовані показники об'єктів, ступінь узагальнення поданих на карті відомостей. Послідовність розміщення умовних знаків у легенді, їхнє підпорядкування, підбір зображувальних засобів відповідають наявним науковим класифікаціям

об'єктів картографування і правилам, за якими розміщують елементи легенди.

Додаткові (довідкові) дані – це інформація, яку наводять на карті для доповнення основного картографічного зображення. До них належать графічні побудови (профілі, розрізи, графіки, діаграми), таблиці, фотознімки, рисунки, тексти, додаткові карти (картврізки) тощо. Додаткові карти можуть мати інший масштаб, порівняно з основною картою. У дрібнішому масштабі, зазвичай, наводять інформацію, додаткову до змісту основної карти. Наприклад, на карті екологічного стану території додатково може бути зображена карта радіаційного забруднення.

3.3. Властивості карти

Карті – як просторовій, математично визначеній і генералізованій образно-знаковій моделі – притаманні такі властивості: просторово-часова подібність, змістова відповідність, абстрактність, вибірковість і синтетичність, метричність, однозначність, безперервність, наочність і оглядовість, інформативність (рис. 1.3.2.).

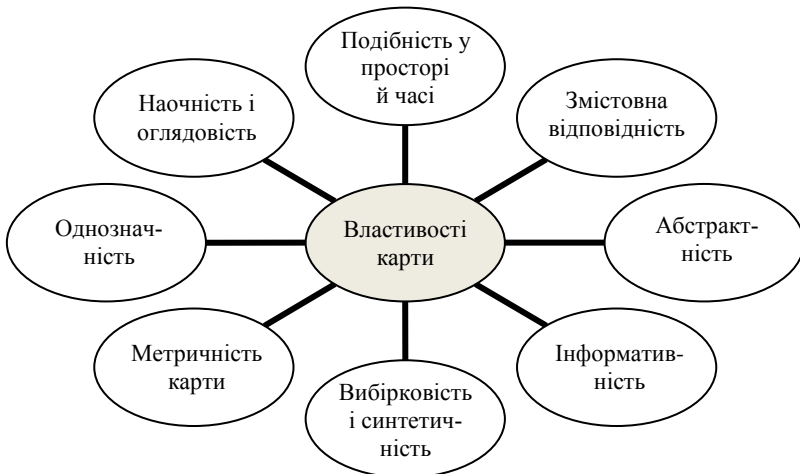


Рис. 1.3.2. Властивості карти.

Подібність у просторі й часі виявляється через геометричну подібність форми й розміру реального об'єкта та його зображення; подібність у часі означає правильну передачу стану й розвитку об'єктів і явищ на заданий, зафіксований на карті момент часу; по-

дібність положення – карта надає уявлення про взаємне розташування, територіальну співвідпорядкованість і зв'язки об'єктів реального світу.

Змістовна відповідність – відповідність рівню вивченості явища, повноті й вірогідності інформації, обґрунтованій методиці складання й підбирання об'єктів і явищ.

Метричності карти досягають за допомогою математичних законів побудови, точності її складання й відтворення. Кількісні показники можна виміряти в абсолютних одиницях, у бальних або рангових оцінках, за допомогою масштабу, класифікацій, шкал, градацій тощо.

Вибірковість і синтетичність – означає здатність виокремити й роздільно представити ті чинники, процеси, особливості об'єкта, які в реальності виявлені сумісно. Проте карти можуть забезпечувати й єдине цілісне зображення явищ і процесів, які за реальних умов виявлені ізольовано.

Абстрактності досягають узагальненістю карти, відбиранням типових характеристик об'єктів і усуненням дрібних, другорядних деталей.

Однозначність карти означає те, що кожний об'єкт, зображений на ній, відповідає єдиному визначеному об'єкту реального світу. Будь-яка точка на карті має тільки один, зафіксований у легенді зміст.

Наочність і оглядовість полягають у можливості швидкого зорового сприйняття як усієї зображеної на карті території загалом, так і окремих її елементів.

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

3.4. Функції карти

Функції карти – оперативну, комунікативну, прогностичну, пізнавальну й конструктивну – показано на рис. 1.3.3.

Оперативна – полягає у швидкому й безпосередньому вирішенні за допомогою карти різних практичних завдань (навігація, військова справа, надзвичайні ситуації, екологічні катастрофи, сільське господарство та ін.).

Комунікативна функція передбачає збереження й передачу просторової інформації за допомогою картографічного зображення.

Прогностична – полягає у використанні картографічних творів для прогнозування різноманітних явищ і процесів, їхнього поширення в просторі і з часом, а також їхнього майбутнього стану (наприклад, прогнозування розвитку ерозії, підтоплення, заболочування тощо на підставі аналізу різночасових карт однієї території).

Пізнавальна функція передбачає використання карт під час дослідження об'єктів, явищ природи й суспільства та отримання нових знань про ці об'єкти і явища.



Рис. 1.3.3. Функції карти.

Конструктивна – полягає у використанні карт для розроблення й реалізації різноманітних проектів, у тім числі для проектування й будівництва інженерних споруд.

3.5. Класифікація карт та інших геообразень

Класифікація карт означає систему карт, які впорядковано у групи за певною вибраною однією чи кількома ознаками. Основою для класифікації обирають будь-яку властивість карти – масштаб, тематику, мову, оформлення, призначення тощо.

Таблиця 1.3.1

Класифікація карт за різними ознаками

Тип карт	Класифікаційна ознака
За масштабом	
великомасштабні	1 : 100 000 і більші
середньомасштабні	від 1 : 200 000 до 1 : 1 000 000
дрібномасштабні	дрібніше від 1 : 1 000 000
За тематикою	
Загальгеографічні, у тім числі	
топографічні	масштаб 1 : 100 000 і більші
оглядово-топографічні	масштаб 1:200 000 і 1:500 000
оглядові	масштаб 1:1 000 000 і дрібніше
Тематичні, у тім числі	
карти природних явищ	
карти охорони природи	
карти суспільних явищ	
технічні (спеціальні)	морські, річкові, навігаційні, аеронавігаційні
За призначенням	
Для управління й господарства	
Для освіти, науки й культури	навчальні, краєзнавчі, туристичні та ін.
За практичною спеціалізацією	
Інвентаризаційні	відображають наявність, положення і стан явищ на момент складання карти
Оцінні	характеризують природні умови й ресурси за їхньою придатністю для конкретних видів господарської діяльності або за сприятливістю для життя людей
Рекомендаційні	показують розміщення заходів для охорони й поліпшення природних умов та доцільного використання природних ресурсів
Прогнозні	показують передбачення розвитку процесів у просторі і з часом, майбутній перебіг природних явищ (ерозія, заболочування, спустелювання тощо)

Класифікація карт повинна задовольняти таким вимогам:
 – класи карт потрібно виділяти за суттєвими властивостями;

- класифікація повинна бути послідовна (поступово переходити від загального до конкретного);
- на кожному рівні поділу доцільно обирати тільки одну основу класифікації;
- класифікація повинна бути повна, окремі її підрозділи в сукупності повинні охоплювати всю систему карт загалом;
- класифікація повинна бути резервна (щоб була можливість залучати нові види карт).

Класифікація карт за різними ознаками необхідна для їхньої інвентаризації, збереження, наукової систематизації, пошуку необхідної інформації, що становить їхній зміст, та вивчення особливостей власне карт. Вона також сприяє раціональній організації картографічного виробництва.

Кarti класифікують за такими ознаками: масштаб, тематика, призначення, практична спеціалізація тощо (див. табл. 1.3.1).

Кarti є одним із різновидів геозображень, які становлять велику систему моделей. Під **геозображенням** розуміють просторово-часову масштабну генералізовану модель земних або планетних об'єктів чи процесів, які подано у графічній формі (рис. 1.3.4, табл. 1.3.2).



Рис. 1.3.4. Види геозображень.

3.6. Інші моделі земних об'єктів чи процесів

Глобус (від лат. *globe* – куля) – тривимірна узагальнена модель Землі, іншої планети, її супутника (Марса, Венери чи Місяця) або небесної сфери з нанесеним на її поверхню картографічним зображенням. Глобус має масштаб, систему меридіанів і паралелей, умовні позначення, проте не містить деформацій, властивих картографічним проєкціям. Реальна форма планети, що відображена на глобусі, спрощена до форми сфери. Глобуси бувають різноманітної тематики і призначення (загальногеографічні, геологічні, політичні, навчальні, навігаційні та ін.). Зоряний (небесний) глобус відображає

розташування зірок дзеркально щодо того, як їх видно з поверхні Землі.

Таблиця 1.3.2

Класифікаційний поділ геообразень за формою,
за (Т. Курач, І. Підлісецька, 2019)

Типи і підтипи	Класи	Типи і підтипи	Класи
Картографічні	Карти	Блокові	Блок-діаграми
	Плани		Рельєфні моделі
	Електронні карти		Анагліфи
	Анаморфози		Стереомоделі
Дистанційно картографічні	Фотокарти	Динамічно картографічні	Голограми
	Фотоплани		Серії різночасових карт
	Космокарти		Картографічні анімації
	Іконокарти		Карти-фільми
Дистанційні	Аеро- і космознімки різних видів	Динамічно дистанційні	Фото- і телемультиплікації
Блоково-картографічні	Тематичні блок-діаграми		Серії різночасових знімків
	Фізіографічні карти		Фільми
Блоково-дистанційні	Фотоблок-діаграми	Динамічно-блокові	Динамічні блок-діаграми
	“Пейзажні” карти		Метахронні блок-діаграми
	Панорамні карти	Динамічні	Віртуальні моделі
			Анімаційні карти
			Анімаційні атласи

Анагліфічна карта. Анагліф (від грец. ἀνάγλυφος – рельєфний) – метод роз’єднання зображення чорно-білої стереопари за допомогою кольорового кодування. Таку карту друкують двома кольорами, що доповнюють один одного (наприклад, зеленим і червоним) з паралактичним зміщенням так, що обидва зображення створюють стереопару. Під час розглядання цих карт через спеціа-

льні окуляри-світлофільтри бачать об'ємне зображення. За допомогою комп'ютерної графіки можна отримати анагліфічні карти на дисплеї.

Рельєфна карта – карта, на якій рельєф місцевості передано в об'ємній формі. Часто вертикальний масштаб на таких картах у 2–10 разів більший від горизонтального. Для наочності застосовують гіпсометричне фарбування або наносять фотозображення. Ті самі принципи використовують під час виготовлення рельєфних глобусів Землі й інших планет.

Фотокарта (ортофотокарта) – фотографічне зображення місцевості в ортогональній проекції. Метою таких карт є оперативне забезпечення окремих територій картографічною інформацією. Також їх використовують у геоінформаційних системах як геопросторову інформацію топографічних карт трансформуванням зображень, отриманих за результатами аеро- чи космічних зніманих з нанесенням мінімальної кількості штрихових елементів. Це дає змогу отримати точну інформацію про відстані, площі, кути, дороги, елементи рельєфу, рослинність тощо.

Цифрова карта – цифрова картографічна модель об'єктів, що представлена у вигляді закодованих у числовій формі просторових координат X , Y , Z та інших елементів змісту. Цифрові карти відповідають змісту аналогової карти певного типу й масштабу та є базами геопросторових даних. Їх складають кодуванням інформації про розміри, форму, розташування картографічних об'єктів.

Карта-транспарант – карта, яку видрукувано поліграфічним способом на прозорій основі (плівці) і яка призначена для проєктування на екран. Вона дає змогу суміщати інформацію, наведену на кількох таких картах одночасно.

Карта на мікрофіші (мікрофіша – фотохромний носій даних) – мініатюрна копія з картографічного твору на фото- чи кіноплівці або на масштабних носіях. Мікрофіші дають змогу зберігати оригінали з малими затратами та використовувати їх для картотек. Інформацію з мікрофіш можна легко оцифрувати.

Блок-діаграми – це плоскі тривимірні картографічні рисунки, які суміщають перспективне зображення певної поверхні з повздовжніми й поперечними вертикальними розрізами та виконані за допомогою аксонометричної, афінної, векторної чи іншої проекції.

Часто їх використовують для картографування геологічних, геоморфологічних, океанологічних та інших об'єктів.

Література: [9, 11, 14, 33]

Питання для самоконтролю

1. Наведіть визначення терміна *карта*.
2. Які елементи карти ви знаєте?
3. Що належить до оснащення карти?
4. Які властивості карт ви знаєте?
5. Які функції притаманні карті?
6. Які типи класифікацій карт ви знаєте?
7. Наведіть відомі вам види геозображень.
8. Що таке *рельєфна карта*?

Тема 4. МАТЕМАТИЧНА ОСНОВА КАРТ

4.1. Масштаб карти

Масштаб (від нім. *Maßstab* – букв. мірна палиця) – це співвідношення, яке показує, у скільки разів розмір кожного об'єкта, нанесеного на карту, план чи креслення, менший або більший від його дійсного розміру. Згідно з визначенням, наведеним у ДСТУ 2757-94, головний (загальний) масштаб довжини ліній – це співвідношення, яке показує, у скільки разів зменшений лінійний розмір еліпсоїда або кулі в разі їхнього зображення на карті. Загальноприйняті такі види масштабу.

Числовий масштаб – це дріб, чисельник якого одиниця, а знаменник – число, яке показує, у скільки разів зменшені лінійні величини на карті (наприклад, 1 : 500 або 1 : 100 000, що означає зменшення об'єкта у 500 і 100 000 разів, відповідно).

Іменований (словесний) масштаб означає довжину лінії на місцевості, яка відповідає одиниці довжини на карті, а числа, що стосуються довжини на карті й у природі, записують словами (наприклад, в 1 см 5 м або в 1 см 1 000 м).

Лінійний масштаб – це масштаб у вигляді графіка, який зображений на карті відрізком прямої, поділеною на рівні частини, з підписаними значеннями відповідних їм відстаней на місцевості.

Є й інші форми подання масштабу. За ступенем зменшення масштаби поділяють на великі, середні і дрібні.

Точність побудов на папері прийнято вважати рівною 0,1 мм. Від цього значення залежить *гранична точність* масштабу карти, тобто відстань на місцевості, якій на карті відповідає 0,1 мм у масштабі заданої карти (наприклад, за масштабу 1 : 10 000 гранична точність становитиме 1 м).

Державні топографічні карти України складають і видають у масштабі від 1 : 1 000 000 до 1 : 10 000, а саме: 1 : 1 000 000, 1 : 500 000, 1 : 200 000, 1 : 100 000, 1 : 50 000, 1 : 25 000 та 1 : 10 000. Основні масштаби державних тематичних карт такі: 1 : 50 000, 1 : 100 000, 1 : 250 000 і 1 : 500 000. Масштаби для планів – 1 : 5 000; 1 : 2 000, 1 : 1 000, 1 : 500.

Детальніше про масштаби і способи їхнього визначення див. у лабораторній роботі № 2.

4.2. Розграфлення, номенклатура і рамки карти

Кarti великого розміру складаються з багатьох аркушів (листів). Процес поділу карти на окремі аркуші називають *розграфлення*, а позначення аркушів за прийнятою системою – *номенклатура* топографічних карт. Іншими словами, номенклатура – це умовне літеро-цифрове позначення листів карт і планів, яке дає змогу визначити положення на земній кулі певної території, що зображена на заданих листах.

За основу номенклатурного ряду карт різного масштабу взято карту масштабу 1 : 1 000 000. На кожному аркуші карти цього масштабу земну поверхню зображено у вигляді трапеції, сторонами якої є меридіани й паралелі.

Номенклатуру аркушів карти позначають великими літерами латинського алфавіту (А, В, С ... Z), які відповідають чотириградусним широтним смугам – поясам, відлік яких починається від площини екватора до полюсів, та арабськими цифрами (1, 2, 3 ... 60), що означає номер шестиградусної колони, відлік якої ведуть з заходу на схід (проти годинникової стрілки) від початкового (Гринвіцького) меридіана з довготою 0°. Отже, розмір одного аркуша карти масштабу 1 : 1 000 000 становить 6° за довготою та 4° за широтою.

Меридіаном називають лінію перетину земної поверхні площиною, яка проходить через напрям прямої лінії в певній точці й паралельна до осі обертання Землі.

Паралель – це лінія перетину земної поверхні площиною, яка перпендикулярна до осі обертання Землі й паралельна до площини екватора.

Найчастіше застосовують трапецієподібне або прямокутне розграфлення. У разі трапецієподібного (градусного) розграфлення межами аркушів є паралелі й меридіани.

Розмір листа за шириною й довготою залежить від масштабу карти. За прямокутного розграфлення карту поділяють на прямокутні або квадратні листи однакового розміру, що зручно для друкування карт, суміщення їх за загальними рамками, склеювання і брошурування. Під час розграфлення межі окремих аркушів проводять за напрямками меридіанів і паралелей.

Державні топографічні й тематичні карти, які складаються з багатьох листів, у кожній країні мають стандартне розграфлення.

Розграфлення й номенклатура вітчизняних топографічних карт усього масштабного ряду ґрунтуються на розграфленні й номенклатурі Міжнародної карти масштабу 1:1 000 000 (рис. 1.4.1). Ідею створення такої карти висунули ще наприкінці XIX ст., а Міжнародний географічний конгрес (Лондон, 1909) затвердив принципи розграфлення й номенклатури, зміст та інші складові цієї карти. Вітчизняну карту масштабу 1 : 1 000 000 розроблено з урахуванням рекомендацій Лондонського конгресу та інших міжнародних угод.

Детальну інформацію й практичні вказівки щодо визначення номенклатури аркушів карт різного масштабу див. у лабораторній роботі № 3.

Рамка карти є важливою складовою будь-якої карти. Рамкою карти називають лінію (або декілька ліній), яка орієнтує карту (за визначенням ДСТУ 2757-94).

Розрізняють внутрішню, градусну, мінутну й зовнішню рамки. Іноді всі рамки разом об'єднують під загальною назвою *рамка карти*. *Внутрішню рамку* утворюють лінії паралелей і меридіанів, які безпосередньо обмежують картографічне зображення. *Градусна (хвилинна) рамка* – це рамка з двох близько розташованих паралельних ліній, на яких через певне число градусів показано виходи ліній картографічної сітки. Вона призначена для визначення географічних координат об'єктів, зображених на карті, і для нанесення на карту об'єктів за заданими координатами. *Мінутна рамка* – це рамка з двох близько розташованих паралельних ліній, на яких че-

рез певне число мінут показані виходи ліній картографічної сітки. Зовнішня рамка оконтурює всі інші рамки і має, зазвичай, художньо-декоративне призначення.

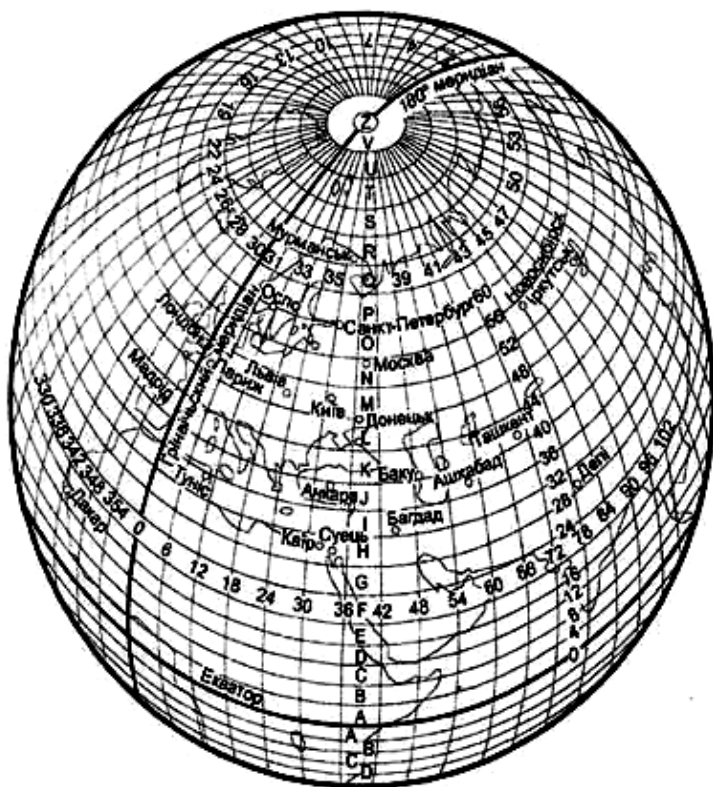


Рис.1.4.1. Схема розграфлення аркушів карти масштабу 1 : 1 000 000 [20].

Є різні види рамки: прямокутні, трапецієподібні, у вигляді кіл та еліпсів. Розміри й форма рамки тісно пов'язані з картографічною проекцією і масштабом карти, а також з розміром і обрисами картографованої території.

4.3. Компонування. Орієнтування картографічних сіток

Згідно з ДСТУ 2757-94, *компонувannya карти* – це розташування рамки щодо території, яку зображають на карті, а також розміщення всередині рамки або за її межами назви карти, її легенди, допоміжних карт (врізок), графіків та інших даних.

Під час komponування важливо брати до уваги багато чинників: проєкцію карти, конфігурацію території, яку картографують, її орієнтування всередині рамки, розмір легенди, необхідність показу сусідніх територій, карт-врізок, додаткових графіків, діаграм, таблиць, тексту, фотографій, аерофотознімків, малюнків, профілів тощо, а також формат карти, зручність користування, технології видання карти й естетичні моменти. Буває і так зване плаваюче komponування – на аркуші без рамок розміщують кілька разів одну територію або низку територій.

Компонувannya нерозривно пов'язане з орієнтуванням картографічного зображення. *Орієнтування карти* – це умовне присвоєння бокам аркуша карти відповідних назв сторін світу (за визначенням ДСТУ 2757-94). На різних етапах розвитку картографії орієнтування карт змінювалося. Орієнтування на північ запровадили в XIV ст., а з XVI в. воно стало загально визначеним. Орієнтування на північ визначене меридіанами.

Загальноприйнятому розташуванню сторін світу відповідає тільки циліндрична проєкція з прямолінійними взаємно перпендикулярними паралелями й меридіанами. У проєкціях з криволінійними паралелями й меридіанами (як у поліконічних) або з прямолінійними, проте не паралельними меридіанами (як у конічних) орієнтування ускладнене: сторони світу не відповідають напрямкам елементів картографічної сітки.

Література: [11, 16, 20]

Питання для самоконтролю

1. Що таке *масштаб карти* ?
2. Які види масштабів ви знаєте?
3. У чому полягає принцип розграфлення топографічних карт?
4. Що називають рамкою карти?
5. Розкрийте поняття *компонувannya карт*.
6. Що означає *зорієнтувати картографічне зображення*?

Тема 5. КАРТОГРАФІЧНІ ПРОЄКЦІЇ

5.1. Форма і розмір Землі

Для полегшення різноманітних обчислень у багатьох дисциплінах (геодезія, топографія, космонавтика, військова справа та ін.) використовують різні моделі форми Землі.

Відомо, що Земля куляста, тобто не має форми ідеальної кулі. Фігура її неправильна, і, як і будь-яке тіло, що обертається, вона сплюснута біля полюсів. Крім того, через нерівномірний розподіл мас земної речовини Земля має великі, хоча й досить пологі, опуклості і вгнутості.

Складну фігуру нашої планети, обмежену рівневою поверхнею Світового океану, подумки продовженою під материками, називають *геоїд*. Точно визначити його форму практично неможливо. Під час картографування складну фігуру геоїда замінюють математично простішим еліпсоїдом обертання – геометричним тілом, яке утворюється в процесі обертання еліпса навколо його малої осі (рис. 1.5.1). Математична поверхня Землі – це певних розмірів поверхня еліпсоїда обертання або кулі (ДСТУ 2757-94).

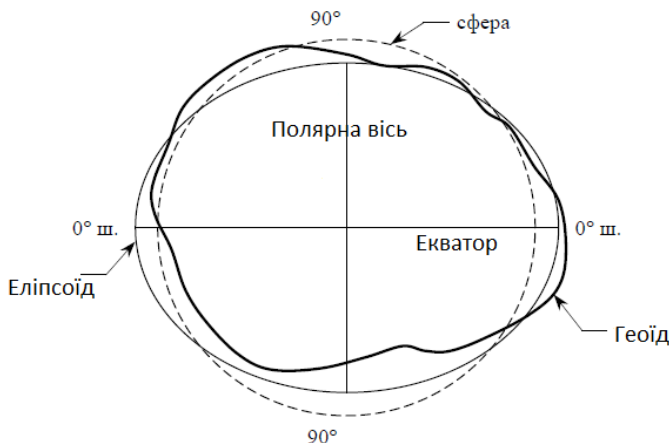


Рис. 1.5.1. Меридіональний переріз геоїда, земного еліпсоїда і сфери.

Еліпсоїд обертання характеризують такими трьома параметрами, як велика екваторіальна піввісь (a), мала полярна піввісь (b) і полярне стиснення (α) (рис. 1.5.2).

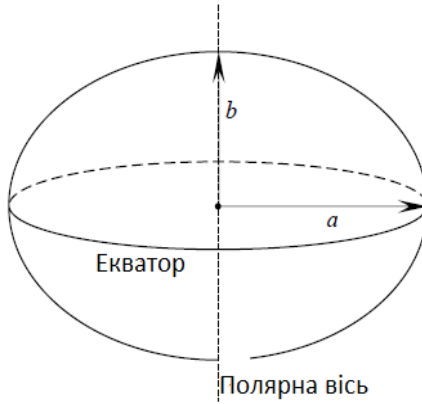


Рис. 1.5.2. Еліпсоїд обертання: a – велика піввісь; b – мала піввісь.

Історично склалося так, що в різні часи й у різних країнах були прийняті й законодавчо закріплені різні еліпсоїди, параметри яких не збігаються між собою. У колишньому СРСР й Росії прийнятий еліпсоїд Ф. Красовського, обчислений 1940 р. Обчислення й уточнення розмірів земного еліпсоїда триває досі. Нині параметри сучасної точності мають еліпсоїди, наведені в табл. 1.5.1.

Таблиця 1.5.1

Параметри основних земних еліпсоїдів

Еліпсоїд	Рік	Піввісь, м		Стиснення	Країни, де використовують еліпсоїд
		велика	мала		
Красовського	1940	6 378 245	6 356 863	1 : 298,300	Росія, Україна, країни Східної Європи
GRS-80 (Geodetic Reference System)	1979	6 378 137	6 356 752	1 : 298,257	Австралія, Європа, країни Північної й Центральної Америки
WGS-84 (World Geodetic System)	1984	6 378 137	6 356 752	1 : 298,257	Міжнародний

Для вирішення завдань на еліпсоїді використовують достатньо громіздкі формули. Тому в усіх випадках, коли точність дозволяє, еліпсоїд або його частину замінюють сферою (кулею) (див. рис. 1.5.1). Ця заміна особливо актуальна під час дрібномасштабного картографування (дрібніше 1 : 10 000 000). Похибки в цьому випадку настільки малі, що практично ніяк не виявляються. У разі заміни еліпсоїда кулею потрібно вибрати відповідний радіус кулі й перейти від широти (B) й довготи (L) еліпсоїда до широти (φ) і довготи (λ) на кулі. Для вирішення першого завдання як середній радіус Землі R приймають значення 6 371 км. Куля такого радіуса за розміром, площею поверхні й об'ємом дуже близька до земного еліпсоїда. Для вирішення другого завдання сферичні довготу й широту прирівнюють до відповідних довготи й широти еліпсоїда: $\lambda = L$; $\varphi = B$.

Побудовану через однакові значення широти й довготи сітку паралелей і меридіанів на еліпсоїді або кулі називають *географічна сітка*, а її зображення на карті в обраній проєкції – *картографічна сітка*.

5.2. Спотворення

Під терміном *спотворення* розуміють порушення геометричних властивостей ділянок земної поверхні й розташованих на них об'єктів у разі їх зображення на площині (карті).

Поверхню еліпсоїда (або сфери) не можна розгорнути на площину зі збереженням подібності всіх обрисів.

Якщо поверхню глобуса (моделі земного еліпсоїда) (рис. 1.5.3, *a*), розрізану на смужки по меридіанах (або паралелях), розгорнути на площину, то в картографічному зображенні з'являться розриви або перекриття, і з віддаленням від екватора (або від середнього меридіана) вони зростатимуть (див. рис. 1.5.3, *b*). Тому смужки розтягують або стискають (див. рис. 1.5.3, *в*), щоб заповнити розриви по меридіанах або паралелях.

Унаслідок розтягувань або стиснень у картографічному зображенні виникають спотворення в довжині (μ), площі (p), кутах (ω) і формі (k). Через це масштаб карти, який характеризує ступінь зменшення об'єктів у разі переходу від натури до зображення, змінюється від точки до точки.

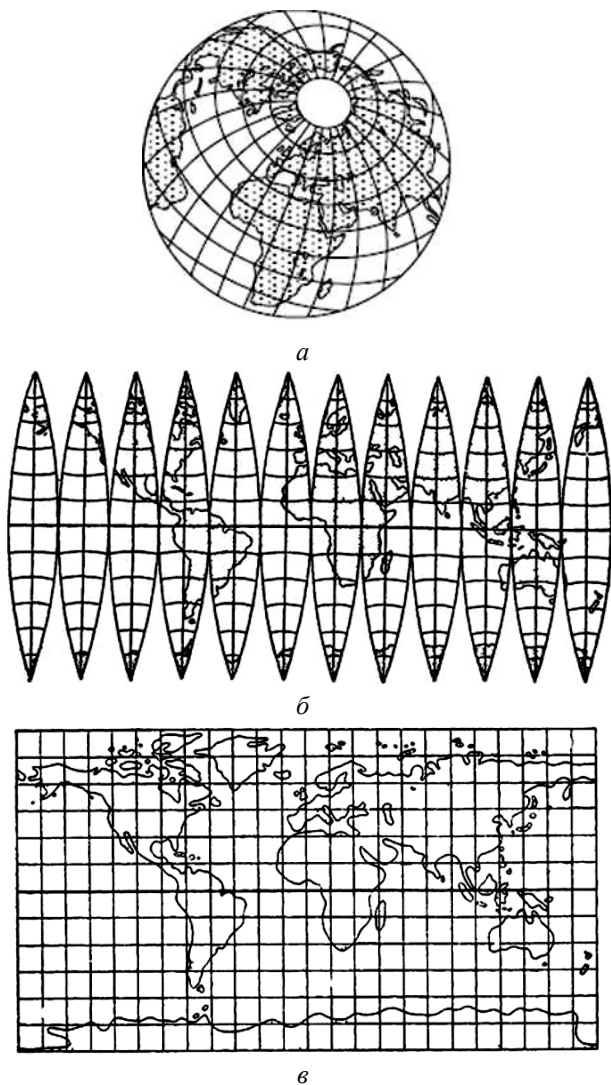


Рис. 1.5.3. Поверхня глобуса (а), розрізана на смужки по меридіанах, які з'єднані на площині зіткненням по екватору (б), і карта світу, яку отримано після заповнення розривів рівномірним розтягуванням (в).

Тому розрізняють **головний масштаб** ds , рівний заданому масштабу, у якому відбувається зменшення земного еліпсоїда, та **індивідуальні** ds' (усі інші). На картах завжди зазначають головний

масштаб. Співвідношення індивідуального масштабу до головного характеризує спотворення довжини μ : $\mu = ds'/ds$.

Іншими словами, значення μ – це співвідношення довжини нескінченно малого відрізка на карті до довжини відповідного йому нескінченно малого відрізка на поверхні еліпсоїда або кулі.

Аналогічно визначають спотворення площі p : $p = dp'/dp$ (як співвідношення нескінченно малих площ на карті й на еліпсоїді або кулі).

Спотворення на географічних картах тим більше, чим більша зображувана територія, а в межах однієї карти спотворення зростають з віддаленням від центра до країв карти, причому швидкість зростання в різних напрямках змінюється.

5.3. Картографічні проєкції, їхня класифікація й аналітичне вираження

Картографічна проєкція (ДСТУ 2757-94) – математично визначене відображення математичної поверхні Землі чи іншого небесного тіла на площині, яке визначає аналітичну залежність між географічними координатами точок на поверхні земного еліпсоїда та прямокутними координатами на площині.

Використання картографічних проєкцій залежить від вимог до карт різного просторового охоплення, тематики, призначення, конфігурації території картографування та її положення.

Під час зображення поверхні еліпсоїда або кулі на карті виникають спотворення довжини, площі, кутів і форми (спотворення в картографічній проєкції, ДСТУ 2757-94).

Відносне спотворення довжини у картографічній проєкції – це відхилення часткового масштабу довжини від головного масштабу, виражене в частках одиниці, до якої прирівнюється головний масштаб.

Відносне спотворення площі – відхилення часткового масштабу площі від квадрата головного масштабу, виражене в частках одиниці, до якої прирівнюється головний масштаб.

Спотворення кутів у картографічній проєкції – це різниця між величиною кута на карті й величиною відповідного кута на поверхні еліпсоїда або кулі.

Відмінність між формами фігури об'єкта на карті й відповідної фігури на поверхні еліпсоїда або кулі називають *спотворенням форм*.

Розроблено різні класифікації проєкцій (табл. 1.5.2–1.5.4): *за характером спотворень* – рівнокутові (конформні), рівноплощові (рівновеликі), довільні, зокрема рівнопроміжні; *за виглядом нормальної картографічної сітки* – азимутальні, конічні, циліндричні, поліконічні, колові, похідні, умовні та ін.; *за орієнтуванням картографічної сітки* – нормальні (прямі), скісні та поперечні.

Проєкції поділяють і за іншими ознаками, наприклад, за виглядом ізокол, за кількісними показниками спотворень тощо (див. визначник картографічних проєкцій у Додатку 1).

Таблиця 1.5.2

Класифікація картографічних проєкцій за видом меридіанів і паралелей нормальної сітки

Меридіани	Паралелі – лінії постійної кривизни				Паралелі – лінії змінної кривизни
	прямі	дуги концентричних кіл	концентричні кола	ексцентричні кола	Паралелі – криві
прямі	Циліндричні проєкції	Азимутальні проєкції	Конічні проєкції	Умовні проєкції	Умовні проєкції
криві	Псевдоциліндричні проєкції	Псевдоазимутальні проєкції	Псевдоконічні проєкції	Поліконічні проєкції	Умовні проєкції

Таблиця 1.5.3

Класифікація картографічних проєкцій за окремими ознаками

Проєкції	Класифікаційна ознака
<i>За характером деформацій (спотворень)</i>	
рівнокутні	не мають деформацій кутів і напрямів
рівновеликі	не мають спотворень площ
рівнопроміжні	зберігають без деформацій один з напрямів (меридіани або паралелі)
довільні	певною мірою деформовані кути і площі
<i>За видом допоміжної поверхні, на яку проєктують земний еліпсоїд</i>	
азимутальні	поверхню еліпсоїда переносять на дотичну до неї або на її січну площину
циліндричні	поверхню еліпсоїда переносять на січну поверхню дотичного до неї або січного її циліндра, а потім циліндр розрізають по твірній і розгортають у площину
конічні	поверхню еліпсоїда переносять на бічну поверхню дотичного до неї або січного конуса, а потім конус розрізають по твірній і розгортають у площину
<i>За видом меридіанів і паралелей нормальної сітки</i>	
азимутальні (рис. 1.5.5)	паралелі зображені концентричними колами, меридіани – радіусами, проведеними із загального центра кіл
циліндричні (рис. 1.5.4)	меридіани зображені рівновіддаленими рівнобіжними прямими, паралелі – прямими, перпендикулярними до них
конічні (рис. 1.5.6)	прямі меридіани виходять з однієї точки, паралелі зображені дугами концентричних кіл
поліконічні (рис. 1.5.7)	паралелі – дуги ексцентричних кіл, центри яких лежать на прямому центральному меридіані, а інші меридіани зображені кривими лініями, що збільшують кривизну з віддаленням від центрального меридіана, умовні – меридіани й паралелі можуть мати різну форму
<i>Умовні</i>	
псевдоазимутальні (рис. 1.5.8, б)	паралелі – концентричні кола або їхні дуги, а меридіани – криві, що сходяться в точці центра паралелей, симетричні щодо одного або двох прямолінійних меридіанів
псевдоциліндричні (рис. 1.5.8, а)	паралелі – прямі, звичайно не на однаковій відстані між собою, меридіани – криві, що збільшують кривизну з віддаленням від прямого центрального меридіана
псевдоконічні (рис. 1.5.8, в)	паралелі зображені дугами концентричних кіл, середній меридіан – прямий, інші меридіани – криві, симетричні до середнього меридіана

Таблиця 1.5.4

Класифікація картографічних проєкцій залежно від орієнтування дотичної фігури щодо осі земного еліпсоїда

Проекції	Нормальні	Поперечні	Косі
Циліндричні	Вісь циліндра збігається з малою віссю земного еліпсоїда; меридіани є рівновіддаленими паралельними прямими, а паралелі – прямі, що перпендикулярні до них (рис. 1.5.4, а, б)	Вісь циліндра лежить у площині екватора; вид сітки: середній меридіан і екватор – взаємно перпендикулярні прямі, інші меридіани й паралелі – криві лінії (рис. 1.5.4, в)	Вісь циліндра становить з віссю еліпсоїда гострий кут; меридіани й паралелі – криві лінії (рис. 1.5.4, г)
Азимутальні	(полярні) Площина торкається Землі в одному з полюсів; вид сітки: меридіани – прямі лінії, що радіально розходяться з полюса, паралелі – концентричні кола з центрами в полюсі (рис. 1.5.5, а, б)	(екваторіальні) Площина торкається еліпсоїда в одній з точок екватора; вид сітки: середній меридіан і екватор – взаємно перпендикулярні прямі, інші меридіани й паралелі – криві лінії (інколи паралелі зображають прямими лініями (рис. 1.5.5, в)	(горизонтальні) Площина торкається еліпсоїда в будь-якій точці, що лежить між полюсом і екватором; тільки середній меридіан, на якому розташована точка дотику, є прямою, інші меридіани й паралелі – криві лінії (рис. 1.5.5, г)
Конічні	Вісь конуса збігається з малою віссю земного еліпсоїда; меридіани – прямі лінії, що розходяться з вершини конуса, а паралелі – дуги концентричних кіл (рис. 1.5.6, а, б)	Вісь конуса лежить у площині екватора; вид сітки: середній меридіан і паралель торкання – взаємно перпендикулярні прямі, інші меридіани й паралелі – криві лінії	Вісь конуса становить з віссю еліпсоїда гострий кут; у косих конічних проєкціях меридіани й паралелі – криві лінії

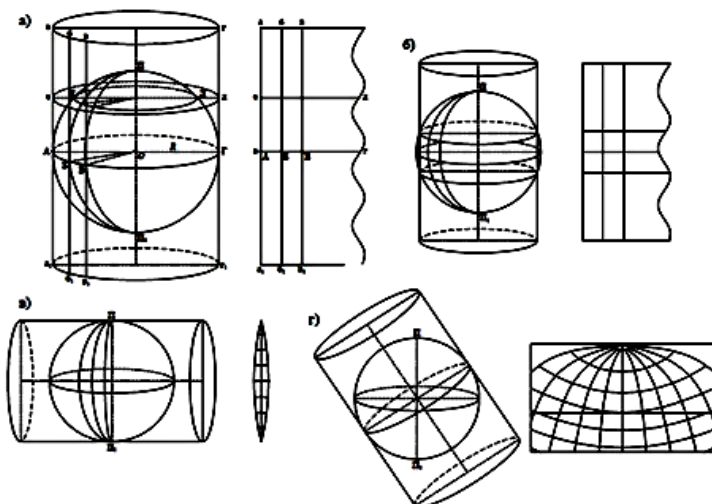


Рис. 1.5.4. Побудова картографічних сіток у циліндричних проєкціях:

a – нормальна циліндрична проєкція на дотичному циліндрі; *b* – нормальна циліндрична проєкція на січному циліндрі; *c* – поперечна циліндрична проєкція на дотичному циліндрі; *d* – косо циліндрична проєкція на дотичному циліндрі.

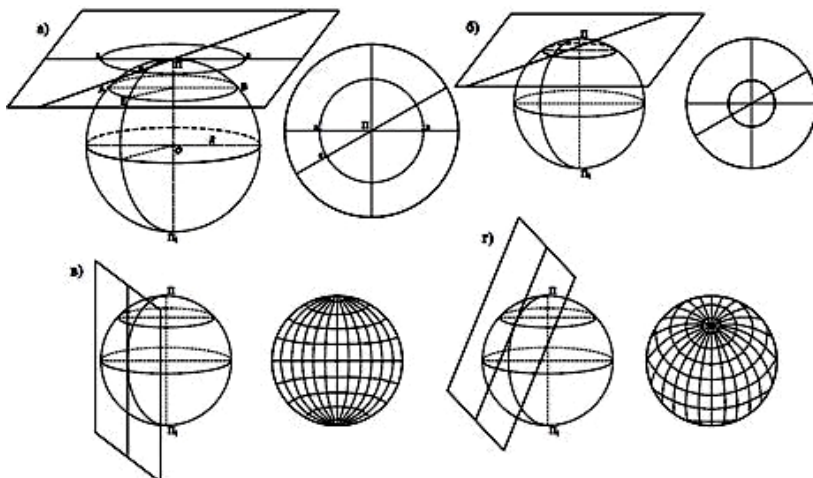


Рис. 1.5.5. Побудова картографічних сіток в азимутальних проєкціях:

a – нормальна (полярна) азимутальна проєкція на дотичній площині; *b* – нормальна азимутальна проєкція на січну площину; *c* – поперечна (екваторіальна) азимутальна проєкція на дотичній площині; *d* – косо (горизонтальна) азимутальна проєкція на дотичній площині.

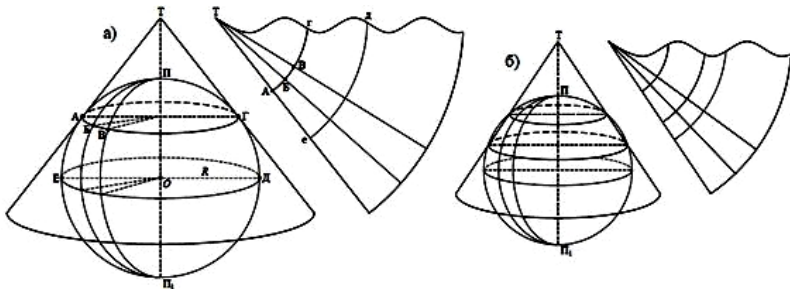


Рис. 1.5.6. Побудова картографічних сіток у конічних проекціях:

a – нормальна конічна проекція на дотичному конусі; *б* – нормальна конічна проекція на січному конусі.

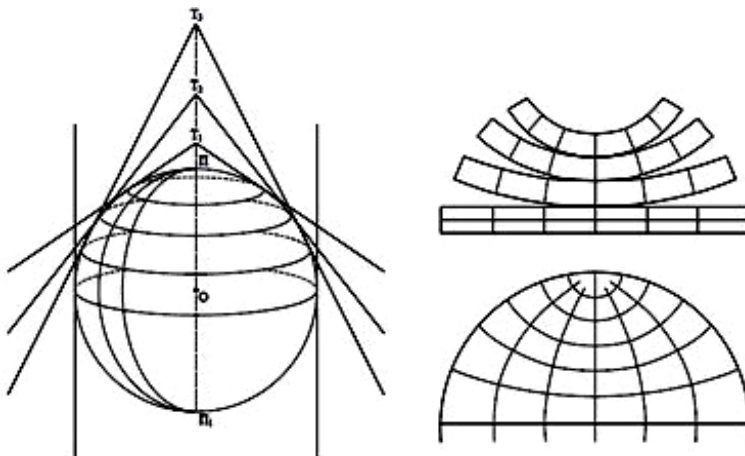


Рис. 1.5.7. Побудова картографічних сіток у поліконічній проекції.

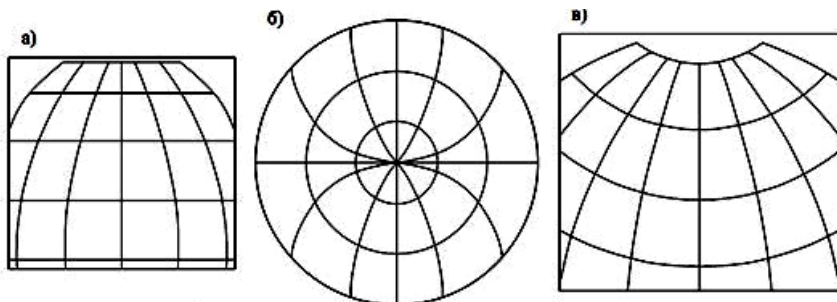


Рис. 1.5.8. Вид сітки меридіанів і паралелей у псевдоциліндричних (*a*), псевдоазимутальних (*б*) і псевдоконічних (*в*) проекціях.

5.4. Вибір проєкцій

Картографічні проєкції обирають залежно від трьох груп чинників. Перша група характеризує об'єкт картографування (географічне положення території, її розміри, форму границь, ступінь відображення суміжних територій тощо).

До другої групи належать чинники, які характеризують створювану карту, способи й умови її використання (призначення і спеціалізацію, масштаб і зміст карти; завдання, що вирішуватимуться за її допомогою, умови до точності їхнього вирішення; способи використання карти й аналізу картографічної інформації; умови роботи з картою).

Третя група – це чинники, які характеризують картографічну проєкцію, а саме: характер спотворень у проєкції, величину максимальних спотворень довжини, кутів і площ, особливості їхнього розподілу; кривизну зображення ліній найкоротшої відстані; ступінь передачі форм територій; кривизну зображення ліній картографічної сітки тощо.

Література: [9, 16, 42]

Питання для самоконтролю

1. Чим відрізняється форма геоїда від форми еліпсоїда?
2. Які види спотворень ви знаєте?
3. Що таке *картографічна проєкція*?
4. Які види картографічних проєкцій ви знаєте?
5. Як класифікують проєкції за видом допоміжної поверхні?
6. Чим відрізняється циліндрична проєкція від конічної?
7. Як класифікують картографічні проєкції залежно від орієнтування дотичної фігури щодо осі земного еліпсоїда?
8. За яким принципом здійснюють вибір картографічних проєкцій?

Тема 6. КАРТОГРАФІЧНІ УМОВНІ ЗНАКИ І СПОСОБИ КАРТОГРАФІЧНОГО ЗОБРАЖЕННЯ

6.1. Умовні знаки топографічних карт

Картографічні умовні позначення (умовні знаки) – це єдина система графічних символів, за допомогою яких на карті відображають якісні й кількісні характеристики різноманітних об'єктів і явищ.

Графічний символ стає умовним знаком тоді, коли йому надають певного змістового значення. Картографічні умовні знаки містять певні відомості про об'єкти картографування й наочно передають їхнє просторове розміщення. Система умовних знаків дає змогу відобразити одночасно різні об'єкти, їхній стан, особливості розміщення і взаємозв'язки між ними, змоделювати просторовий образ відображеної на карті геосистеми чи її частини.

Різні за складністю рисунка й особливостями використання графічні символи складаються з простіших графічних змінних (форма, розмір, орієнтування, лінії, штрихи, забарвлення). Використовують обов'язкові для всіх установ стандартні умовні знаки.

Серед умовних позначень розрізняють масштабні, лінійні, позамасштабні й пояснювальні.

Масштабні (контурні) умовні позначення застосовують для зображення об'єктів, розміри яких можна відобразити в масштабі карти або плану (населені пункти, угіддя, болота, озера тощо). Масштабні умовні позначення складаються із зовнішнього контуру, що обмежує заданий об'єкт, і умовних знаків усередині контуру.

Лінійні картографічні умовні позначення використовують для зображення на картах лінійних об'єктів, ширина яких, на відміну від довжини, не може бути виражена в масштабі карти (інженерні мережі, автомагістралі, трубопроводи, залізничні колії тощо).

Позамасштабні картографічні умовні позначення застосовують для зображення об'єктів, площу яких не подають у масштабі карти (дорожні покажчики, окремі дерева, свердловини тощо). До позамасштабних умовних знаків належать і позначення-образи.

Пояснювальні умовні позначення використовують як додаткові до масштабних і позамасштабних умовних позначень (назви населених пунктів, довжина, ширина і вантажопідйомність мостів,

матеріал стін, кількість поверхів будинків, напрям і швидкість течії річок тощо).

Графічні символи певної групи можуть відрізнятися за формою (прямокутник, коло, стилізований рисунок), розміром (кільця різного діаметра, лінії різної товщини), структурою (коло, поділене на сектори), орієнтуванням (прямокутники, видовжені знизу вгору і зліва направо).

Колір є основним зображувальним засобом, який використовують для формування графічних символів усіх наведених вище груп.

На картах застосовують досить сталий набір умовних знаків, простих за формою, легких для зорового сприйняття й запам'ятовування, зручних для креслення. Приклади умовних знаків для топографічних карт масштабу 1 : 25 000, 1 : 50 000, 1 : 100 000 наведено у додатку 2.

Донедавна умовні знаки карт вважали статичними зображеннями, однак нині з появою електронних карт упроваджують динамічні умовні знаки (зміна кольору чи форми, рухомі стрілки).

6.2. Способи картографічного зображення

Способи картографічного зображення є системою умовних позначень, які застосовують для передачі об'єктів і явищ, різних за особливостями просторової локалізації й розміщення. Розглянемо способи картографічного зображення, які нині застосовують під час складання карт.

Спосіб локалізованих значків – спосіб зображення на карті розташованих у відповідних місцях об'єктів і явищ за допомогою різного виду значків, розміри яких стали або змінюються за певною прийнятною шкалою. Такі об'єкти займають на місцевості площу, меншу ніж умовний знак на карті. Як локалізовані значки найбільше поширені геометричні фігури (кола, квадрати, трикутники, прямокутники). Рідше застосовують буквені символи, наприклад, для позначення мінералів, порід або груп порід. Також у картографуванні використовують наочні значки, які зовні нагадують зображуваний об'єкт. Звичайно розмір значка надає кількісну, а його колір – якісну характеристику об'єкта. З використанням так званих значків, що зростають, можна відобразити на карті динаміку певного явища.

Спосіб лінійних позначень передбачає зображення на карті різних лінійних об'єктів, які практично не мають ширини або їхня ширина настільки мала, що її не може подати в масштабі карти. У такий спосіб позначають як реальні (межі політико-адміністративного поділу, річки, тектонічні розломи, автомагістралі тощо), так і абстрактні лінійні об'єкти (межі фізико-географічного районування чи поширення різних етнічних груп населення, лінії вододілу тощо). Якісні й кількісні характеристики лінійних об'єктів передають за допомогою особливостей рисунка, кольору, структури лінійних знаків, їхньої ширини тощо.

Спосіб якісного фону відображає якісну характеристику явища, суцільно й масово поширеного на території, яку картографують. Територію поділяють за обраними ознаками на ділянки, кожна з яких потім заповнюють певними зображувальними засобами. Найчастіше використовують штрихування чи зафарбовування різними кольорами. Цей спосіб застосовують для характеристики об'єктів суцільного поширення (фізико-географічні зони, кліматичні пояси тощо) або на значній площі (зона пустель). Також цей спосіб використовують для відображення об'єктів розосередженого, проте масового поширення й тільки для тих явищ, які можна розмежувати в просторі. Найчастіше спосіб якісного фону використовують для складання екологічних, ботанічних, геологічних, ґрунтових, етнічних та інших карт.

Спосіб кількісного фону відображає на карті кількісні відміни певного явища (за тим чи іншим кількісним показником) у межах зображуваної території поділом її на частини й зображенням кожної такої частини одним із площинних графічних способів. Однотипні частини зафарбовують відповідним кольором або заштриховують (наприклад, крутизну схилів, глибину розчленування рельєфу, рівень економічного розвитку території тощо). Кількісні параметри об'єктів, зазвичай, передають зміною насиченості кольору або щільності штрихування. Цей спосіб застосовують для картографування явищ й об'єктів на поверхні Землі, в її надрах і в атмосфері, а також на обмежених за певними ознаками територіях.

Спосіб ізоліній – це спосіб зображення на карті явищ за допомогою ліній, кожна з яких відповідає однаковому значенню цього явища. Ізолінії – загальна назва кривих, які відображають відмінності об'єктів картографування. Зокрема, рельєф позначають горизон-

талями, кількість опадів – ізогістами, магнітне схилення – ізогонами, глибину морів – ізобатами, температуру повітря – ізотермами, рівень залягання ґрунтових вод – гідроізогіпсами, рівень залягання напірних вод – гідроізон’єзами тощо. Ознакою даного способу є те, що характеристику об’єкта подають не однією окремою ізолінією, а їхньою сукупністю, що характеризує реальні й абстрактні об’єкти. Точки для побудови ізоліній проставляють на карті за допомогою інтерполювання, припускаючи, що явище між інтерпольованими точками на цій території змінюється лінійно. Під час інтерполювання потрібно брати до уваги особливості зображуваної на карті території, зв’язки між об’єктами й явищами, на підставі чого правильно підібрати сталий інтервал між ізолініями, який іноді може бути змінний. Часто для наочності простір чи смугу між ізолініями можна зафарбувати відповідними кольорами (спосіб пошарового фарбування) або заштрихувати.

Спосіб ареалів – спосіб зображення на карті області поширення якогось об’єкта чи явища за допомогою відповідних позначень площі (наприклад, ареал певного виду рослин або тварин, корисних копалин, територію з населенням певної національності, район з несприятливими природними умовами). Розміщення об’єкта в межах ареалу може бути як безперервне (суцільне), так і розосереджене. Межі ареалів можуть бути чіткі (наприклад, збігатися з природними межами) і нечіткі (приблизні) (наприклад, ареал поширення виду тварин, що зникає). Для позначення ареалів використовують різні зображувальні засоби: лінійні, знакові, буквені тощо. Вибір способу оформлення ареалу залежить, головню, від масштабу карти та її призначення. Ареали передають якісні характеристики об’єктів, проте в окремих випадках можуть супроводжуватися кількісними показниками. Ареали, що відповідають різним явищам, можуть накладатися один на одного.

Спосіб крапок (точковий спосіб) – застосовують для зображення на карті масових розосереджених об’єктів (явищ) за допомогою відповідної кількості однакового розміру крапок, розміщення яких відповідає розміщенню й концентрації цих об’єктів на місцевості, а кожна крапка передає однакову кількість одиниць зображуваного на карті об’єкта (явища) – так звана вага крапки. Наприклад, одній крапці певного розміру може відповідати на екологічній карті концентрація 5×10^{-6} кг/кг свинцю в гумусовому горизонті. Якісні

характеристики об'єктів (явищ) можна подавати змінюючи забарвлення крапок. На одній і тій же карті можна використовувати крапки кількох вагових категорій. Різними за формою, розміром і кольором крапками можна передавати різні явища. Застосовують цей спосіб головно під час тематичного картографування (демогеографічні, сільськогосподарські, екологічні й інші карти).

Спосіб локалізованих діаграм – спосіб зображення об'єктів або явищ на карті суцільного чи лінійного поширення за допомогою графіків або діаграм, які характеризують заданий об'єкт (явище) у конкретній точці на місцевості. Цей спосіб застосовують для карт, які характеризують сезонні й періодичні явища, їхню зміну й повторюваність (наприклад, гідрометеорологічні карти). За допомогою графіків відображають зміни показників з часом, а за допомогою діаграм (рози-діаграми) характеризують напрями, за якими об'єкт або явище переміщується чи поширюється (напрямок вітру, тектонічні розломи різної довжини тощо).

Спосіб ліній руху (знаків руху) – це спосіб зображення на карті просторових переміщень різноманітних об'єктів (явищ), у якому основним графічним елементом є вектор, що показує напрям, а його товщина характеризує кількісну й якісну сторони зображуваного об'єкта (явища). Графічними засобами цього способу є стрілки і стрічки (смуги) різного кольору або рисунка (штрихування тощо) та ширини. Наприклад, стрілками показують напрям вітру, морських течій, міграції забруднювальних речовин, стрічками – шляхи перевезення вантажів, міграції населення, маршрути експедицій, хід воєнних операцій, зв'язки між об'єктами чи їхніми складовими (транспортні, економічні, торговельні, політичні, культурні тощо). Знаки руху можуть зображувати напрям переміщень точно (наприклад, зображені на карті залізниці чи судноплавні річки) або схематично (наприклад, стрічка відповідної форми й ширини з'єднує пункти, між якими відбувається переміщення).

Картодіаграма – спосіб зображення розподілу певних кількісних характеристик явища за допомогою діаграм, які розміщують на карті всередині одиниць територіального поділу й які виражають сумарну величину явища в межах кожної територіальної (адміністративної) одиниці. Картодіаграмою називають не тільки спосіб зображення, а й саму карту, укладену в такий спосіб.

Діаграмні фігури можуть бути лінійні (у вигляді стовпчиків, смужок тощо), площинні (квадрати, круги та ін.) й об'ємні (кулі, куби тощо). Діаграмні фігури можуть бути і структурні: фігуру поділено на частини відповідно до величини зображуваного явища (наприклад, круг показує кількість населення області, а площинні сектори круга – його національний склад).

Картограма – спосіб зображення певних кількісних характеристик явищ у межах наявних на карті територіальних одиниць за допомогою одного з графічних способів площинного зображення, причому інтенсивність позначень відповідає інтенсивності явища. Особливість застосування картограм полягає в тому, що насиченість кольору й густота штрихування змінюються зі зміною величини показника. Картограмою називають не тільки спосіб, а й власне карту. Картограми, як і картодіаграми, створюють за статистичними даними, тому обидва способи часто називають статистичними. На відміну від картодіаграм, для картограм використовують тільки відносні показники (наприклад, середню густоту населення, розвиток зсувних процесів чи водної ерозії, зростання захворюваності за певний період тощо).

6.3. Підписи на картах

Пояснювальні підписи (надписи) на картах – це підписи, які пояснюють на карті рід або вид географічних об'єктів, їхні якісні й кількісні характеристики, як і деякі інші назви, що не належать до географічних об'єктів, у тім числі пояснення щодо ліній картографічної сітки. Усі підписи на картах подають за певними правилами.

Підписи назв географічних об'єктів, що локалізовані точково, розташовують, зазвичай, праворуч від умовного знака паралельно до північної рамки карти чи паралелей картографічної сітки. Підписи об'єктів лінійної протяжності наводять уздовж їхнього зображення. Підписи назв островів, держав, великих водних басейнів та інших об'єктів великої площі розміщують у напрямі найбільшої їх протяжності, часто зі збільшеними інтервалами між літерами. Загальні терміни можуть подавати скорочено, про що зазначають у легенді карти.

Картографічні шрифти – графічне зображення цифр, літер, розділових, інших знаків, розроблених з урахуванням вимог картографічного виробництва для нанесення підписів на картах. Шрифти

відрізняються за особливостями написання літер і цифр, розміром (висотою), особливостями креслення (курсивні), нахилом, зміною інтервалу між літерами, кольором тощо. Рисунок і колір шрифту передають якісні відмінності об'єктів карти, а його розмір – кількісні показники.

У підписах на картах також застосовують великі (прописні) або малі літери, що пов'язано з якісними й кількісними відмінностями об'єктів. Часто на карті зображають підписи певного забарвлення, які відповідають елементу змісту карти. Наприклад, на загальногеографічних картах підписи гідрографічних об'єктів роблять синім кольором, рельєфу – коричневим, а населених пунктів – чорним.

Література: [4, 6, 9, 11, 42]

Питання для самоконтролю

1. Що таке *картографічні умовні позначення*?
2. Які умовні позначення використовують на картах?
3. Які способи картографічного зображення ви знаєте?
4. У чому полягає спосіб крапок?
5. У чому полягає спосіб ізоліній?
6. Чим відрізняються способи кількісного й якісного фону?
7. Чим відрізняються способи картограми й картодіаграми?
8. Які підписи використовують на картах?

Тема 7. ЗОБРАЖЕННЯ РЕЛЬЄФУ

7.1. Особливості зображення рельєфу

Рельєф (від лат. *relevo* – піднімаю) – це сукупність нерівностей земної поверхні, які утворюються на межі літосфери з атмосферою й гідросферою. Серед основних форм рельєфу виділяють такі: гори, улоговини, хребти, лощини й сідловини. За морфологічними ознаками рельєф буває хвилястий, горбистий, острівний тощо, за морфометричними показниками (абсолютною чи відносною висотою, глибиною і густотою розчленування, стрімкістю схилів) – високо-, середньо- і низькогірний, сильно чи слабко розчленований, стрімкосхилий, пологосхилий, горизонтальний та ін. Також рельєф розрізняють за іншими ознаками, зокрема, за середовищем

утворення, віком, структурно-геоморфологічними, геологічними особливостями тощо.

Оскільки рельєф є досить складним об'єктом для картографування, то розроблено низку способів і прийомів його відображення на площині. Метою, передусім, є унаочнити об'ємність (тривимірність) форм рельєфу. Одними способами показують безпосередню характеристику рельєфу (безперервність його поширення, різноманітність окремих форм за обрисами, розміром, крутістю схилів, орієнтуванням тощо), іншими – результати тематичного вивчення рельєфу (ступінь розчленування, геоморфологічне районування тощо). Деякі способи можна застосовувати як для безпосередньої, так і для тематичної характеристики рельєфу. Різними є підходи й до зображення рельєфу на загальногеографічних і тематичних картах.

7.2. Перспективні зображення

Особливістю цього способу є те, що великі додатні форми рельєфу (плато, гори, хребти) зображують за допомогою перспективного рисунка. Цей спосіб іноді називають картинним зображенням рельєфу. Місцевість на таких картах зображують немов з висоти. Для додаткової виразності підвищення покривають тіннями. Таке зображення наочне, проте воно недостатньо точне щодо відображення форм рельєфу й їхнього розміру. Нині цей спосіб застосовують зрідка (наприклад, для історичних карт). На сучасних картах, головню геоморфологічних, на картах-ілюстраціях до науково-популярних видань цей спосіб застосовують у дещо модернізованому вигляді: картинні знаки будують на геометрично точній основі. Цей спосіб називають фізіографічним. Такі фізіографічні карти досить наочні й нагадують кольорові художні панорами.

7.3. Спосіб висотних позначок

Цей спосіб зображення рельєфу використовують зрідка, головню, на морських картах у вигляді позначок глибини. Карти, виконані тільки способом висотних позначок, позбавлені наочності, на них погано “читається” рельєф (за ними складно визначити крутизну, напрям схилів, форми рельєфу й ін.). Проте його застосовують для всіх способів зображення рельєфу як додатковий – для відображення висоти вершин, улоговин та інших характерних точок місцевості, висоти тригонометричних пунктів, урізу води, перетину

доріг тощо. Висота точок буває абсолютна й відносна. Абсолютна – це висота точки на місцевості, яку визначають від середнього рівня моря, відносна – висота однієї точки на місцевості щодо іншої (дорівнює різниці абсолютних висот цих точок).

Нині спосіб висотних позначок набуває важливого значення, що пов'язано з упровадженням у картографію інформаційних систем і автоматичних пристроїв для перетворення змісту карт у цифрову форму.

7.4. Спосіб горизонталей

Одним із найуживаніших способів безпосередньої характеристики рельєфу є спосіб горизонталей, що є різновидом способу ізоліній.

Горизонталь – це лінія рівних висот на карті. Найбільший ефект отримують під час зображення тих форм рельєфу, висота яких і схили на місцевості змінюються рівномірно. Достовірність зображення залежить від удалого вибору перерізу рельєфу, що, своєю чергою, зумовлено масштабом, призначенням карти й особливостями рельєфу.

Висота перерізу рельєфу – це відстань між сусідніми січними рівневими поверхнями в разі, коли рельєф зображають на карті горизонталями. Відстань між горизонталями називають **закладення**. Висоту перерізу рельєфу визначають залежно від масштабу карти й характеру місцевості, згідно з діючими інструкціями з топографічного знімання.

Рельєф зображують за допомогою основних горизонталей, півгоризонталей, допоміжних і додаткових горизонталей (на будь-якій висоті). Горизонталі за потреби підписують цілим числом, тобто наводять їхнє числове значення, проте так, щоб основа числа збігалася з напрямом зниження схилу. Сукупність горизонталей дає змогу показати різні форми рельєфу, площа яких виражена в масштабі карти, а саме: їхню протяжність, складність, орієнтування за сторонами горизонту тощо. Поряд з цими якісними характеристиками вони дають змогу одержати кількісні показники висоти окремих елементів рельєфу (абсолютна висота точок земної поверхні, перевищення між ними, напрям схилів, їхня стрімкість).

Недоліком цього способу є те, що горизонталі мало придатні для картографування мікроформ рельєфу.

Детальніше про особливості зображення висотних позначок території на дрібномасштабних картах і зображення рельєфу за допомогою горизонталей див. у лабораторній роботі № 7.

7.5. Гіпсометричний спосіб

Гіпсометричний спосіб ще називають способом пошарового забарвлення або фарбування ступенями висоти. Піонером цього способу вважають австрійського картографа Ф. Гауслаба, який 1854 р. запропонував шкалу відтінків для коричневого кольору, у якій ступені висоти розташовані за правилом: що стрімкіше, то темніше. Російський картограф Ю. Семашко в 1890-х роках запропонував протилежний підхід: що вище, то світліше. Цей спосіб використовують, головню, на дрібномасштабних картах.

Суть способу полягає в такому: проміжки між горизонталями зафарбовують у тони одного або кількох кольорів, що надає зображенню рельєфу на карті наочності, хорошої читаності. Вибір шкали, тобто ступеня висоти й їхньої кількості, залежить від масштабу карти, її призначення й характеру рельєфу місцевості. Шкала не повинна мати більше 10–16 ступенів, оскільки велика кількість ступенів ускладнює їхнє розрізнення. Ступені (інтервали) між горизонталями вибирають за принципом рівномірного наростання висоти. Вирішальним моментом у цьому разі є значення переважної висоти. Горизонталі, які застосовують як межі різних тонів, називають *основними*. Крім того, проводять *додаткові* й *допоміжні* горизонталі для відображення окремих особливостей рельєфу.

7.6. Пластичні способи

Наочної передачі зовнішнього вигляду форм земної поверхні, що створює ефект випуклості (об'ємності), найліпше досягають способами тіньової пластики: штрихами, відмиванням, фотографуванням рельєфної моделі (так одержують фоторельєф), а також перспективним зображенням. Тіньова пластика віддзеркалює ступінь затінення певних частин рельєфу, яке залежить від напряму його освітлення. Затінення відрізнятиметься в разі прямовисного і бічного (косого) освітлення.

Зображення рельєфу *штрихами* (короткими лініями, направленими вздовж схилів) – це спосіб, у якому затінення схилів різної крутості відображають сукупністю штрихів. У цьому разі змінюють

товщину штрихів і проміжок між ними за розробленою шкалою. Розрізняють штрихи *крутості* і *тіньові* штрихи. Шкалу штрихів крутості будують за принципом “що крутіше, то темніше” з урахуванням прямовисного освітлення рельєфу. Шкала тіньових штрихів показує затінення схилів залежно від їхньої експозиції щодо косоного освітлення рельєфу. Однак спосіб штрихів не забезпечує належної точності визначення висотних позначок та інших показників.

Основним пластичним способом зображення рельєфу є *спосіб тіньового відмивання* (або просто відмивання), за якого об’ємність форм рельєфу відтворюють накладанням тіней фарбою чи тушшю з поступовою зміною її насиченості – від темної до світлої. Густота тіней на затінених схилах залежить від їхньої експозиції щодо напряду променів освітлення. Відмивання за бічного (косоного) освітлення (найчастіше північно-західного) застосовують для зображення рельєфу гірських районів, за прямовисного освітлення – для рельєфу рівнинного (темнішим зафарбовують крутіші схили).

Ще одним пластичним способом зображення поверхні суші є *спосіб фоторельєфу*, за якого напівтонове зображення отримують фотографуванням тривимірної моделі місцевості за найсприятливішого напряду освітлення. Зовнішня ознака цього способу – відсутність зображення інших елементів земної поверхні.

7.7. Стереоскопічні способи

Стереоскопічні способи ґрунтуються на стереоскопічних (об’ємних) особливостях нашого зору. Стереоскопічний зір полягає у розгляданні предметів обома очима, під час якого людина відчуває просторове розташування предметів (людина сприймає глибину простору на відстань до 400 м для точкових і до 1 200 м – для лінійних об’єктів). Для збільшення глибини стереоскопічного зору використовують оптичні прилади – бінокль, стереотрубу, стереоскоп тощо. Гострота стереоскопічного зору першого роду становить мінімальний кут 30", коли стереоскопічно бачимо різну глибину двох точок. Гострота стереоскопічного зору другого роду становить мінімальний кут 10", коли стереоскопічно бачимо різну глибину двох вертикальних прямих.

Отже, якщо розглядати дві точки A і A_1 обома очима одночасно, то вони зіллються в певній точці N , яка лежатиме поза площиною – так званий стереоскопічний ефект. Якщо два однакові фотоз-

німки рельєфу (стереопару) одночасно розглядати через стереоскоп, то отримаємо об'ємне зображення місцевості, парні плоскі малюнки зіллються в єдиному сприйнятті й нададуть відчуття глибини.

Крім роздільного, є й сумісний спосіб зображення рельєфу, суть якого полягає у спільному друкуванні на одному й тому ж аркуші карти двох систем горизонталей червоним і зеленим (синім) кольором. Зміщення їх визначають за спеціальними формулами. Під час розглядання цих горизонталей через окуляри-світлофільтри тих самих кольорів видно чорні горизонталі, розташовані одна під одною.

Література: [4, 11]

Питання для самоконтролю

1. У чому полягають особливості зображення рельєфу на картах?
2. Які способи зображення рельєфу на картах ви знаєте?
3. У чому полягає спосіб горизонталей?
4. У чому полягають особливості зображення рельєфу за допомогою перспективи?
5. Які особливості гіпсометричного способу?
6. Наведіть особливості способу висотних позначок.
7. Які пластичні способи ви знаєте?
8. У чому полягають особливості стереоскопічного способу?

Тема 8. КАРТОГРАФІЧНА ГЕНЕРАЛІЗАЦІЯ

8.1. Поняття картографічної генералізації

Картографічна генералізація (від лат. *generalis* – загальний, спільний) – це творчий процес, що полягає у вибиранні й узагальненні зображуваних на карті об'єктів чи явищ відповідно до призначення карти, її масштабу й особливостей території, яку зображають на карті. Найліпше принцип генералізації можна пояснити за допомогою масштабу (наприклад, 1 км² на картах масштабу 1 : 10 000, 1 : 100 000, 1 : 1 000 000 становить, відповідно, 1 дм², 1 см² і 1 мм²), а тому не все, що зображено на першій карті, так само детально буде показано на другій, а тим більше – на третій.

На карті важливо відобразити такі характеристики об'єктів, як місце, якісні чи кількісні ознаки, площу. Це зменшує місце для інших умовних знаків, тому на карті відображають найголовніші

об'єкти. Відбір здійснюють з урахуванням геометричної форми й розміру об'єкта, його значення серед споріднених об'єктів, наскільки він характерний, типовий чи винятковий для картографованої території. Під час відбирання застосовують об'єднання об'єктів за певними ознаками, причому ступінь детальності характеристик цих об'єктів або ступінь узагальнення не визначають. Мета відбирання й узагальнення – передати найтипівіші властивості об'єкта картографування.

8.2. Чинники генералізації

Напрямок і ступінь генералізації визначають за масштабом і призначенням карти, географічними особливостями місцевості, тематикою карти, якістю джерел, що їх використовували під час створення карти, способами оформлення. Розглянемо чинники генералізації детальніше.

Призначення карти. На картах показують тільки ті об'єкти, які відповідають її призначенню (військова, туристична, шкільна тощо). Зображення інших об'єктів сповільнює роботу з картою і приводить до перенасичення картографічної інформації.

Масштаб карти визначає ступінь зменшення земної поверхні. Зауважимо, що збереження однакової детальності зображення об'єктів на картах різного масштабу неможливе.

Особливості зображуваної території. Цей чинник передбачає відображення найтипівіших для неї рис (наприклад, у посушливих районах показують усі дрібні річки й озера, а в тундрі кількість озер істотно узагальнюють).

Тема визначає головні й другорядні елементи карти. Наприклад, на фізичній карті рельєф подають найдокладніше, а кількість населених пунктів зменшують; на економічній карті детально відображають промислові центри.

Якість і повнота картографічних джерел визначені наявністю фактичного матеріалу про територію, і, якщо його обмаль, то зображення стає більш узагальненим.

Умовні знаки. Одна карта може поєднувати до шести способів зображення інформації. Проте якщо карта одноколірна, то кількість картографічних знаків може бути обмежена.

8.3. Способи генералізації

Змістова генералізація передбачає відбирання об'єктів, які картографуватимуть, за темою майбутньої карти (її змістом). Завдяки узагальненню кількісних і якісних відмінностей, планових абрисів зображуваних об'єктів, переходу від простих до складніших об'єктів картографічне зображення стає більш визначеним. Змістова генералізація стосується легенди карти. Є два способи відбирання об'єктів за змістом:

1) визначення меж відбору (цензу) за кількісними чи якісними показниками (наприклад, відобразити на карті річки, довжина яких у масштабі карти перевищує 1 см; показати всі районні центри, незважаючи на кількість населення в кожному з них);

2) навантаження карти регульоване визначенням норми відбирання або кількості об'єктів, які зберігатимуться під час генералізації.

Узагальнення кількісних показників виконують заміною безперервної шкали кількісних значень показника картографування ступінчастою шкалою.

Перехід від окремих об'єктів до їхніх сукупних позначень виявляється:

– через об'єднання контурів суміжно розташованих об'єктів і сумісне використання умовних знаків кожного з об'єктів;

– у заміні знаків окремих об'єктів генералізованим умовним знаком, що потребує і зміни способу картографічного зображення (наприклад, окремі родовища, подані локалізованими значками, зображують площу басейну певної корисної копалини, у цьому разі спосіб локалізованих значків трансформують у спосіб ареалів).

Узагальнення якісних характеристик провадять скороченням кількості якісних відмін об'єкта, водночас – і кількості потрібних умовних знаків, відбиранням нижчих ступенів класифікації об'єкта.

Просторова генералізація стосується картографічного зображення. Є такі способи просторової генералізації:

– узагальнення обрисів об'єктів спрощенням контурів, яке супроводжується збільшенням окремих деталей, зміщенням стосовно один одного;

– заміна окремих об'єктів узагальнювальним знаком за об'єднанням контурів, спрощенням рисунка. Проявом просторової генералізації є схематизація зображення.

Перехід від простих до складніших моделей відбувається за допомогою введення збірних позначень: окремі дерева замінюють загальним знаком смуги озеленення чи парку; окремі будівлі об'єднують у міський квартал; території промислових підприємств, що розташовані поруч, поєднують у загальну територію промзони.

На практиці всі способи генералізації тісно пов'язані між собою і не можуть бути відокремлені один від одного (наприклад, збільшення інтервалів шкали супроводжується спрощенням контурів лінії).

Недоліком генералізації є суперечність між геометричною точністю карти та її змістовою точністю. Якщо карту використовують для вимірювань, то перевагу надають точності геометричних параметрів, якщо ж для оглядових цілей – змістовній відповідності.

8.4. Оцінка точності генералізації

Точність є кількісною оцінкою результатів будь-яких досліджень. *Картографічна точність* (точність кількісних визначень за картою) зумовлена властивостями заданої карти. Картографічна точність залежить від низки чинників: математичної основи карти (проекції й масштабу), сучасності, достовірності й повноти змісту, ступеня генералізації зображення, технології складання й видання карти тощо. Генералізація зображення суттєво впливає на картографічну точність. Зокрема, на тематичних картах похибки в положенні об'єктів, які пов'язані з генералізацією, можуть сягати в середньому 0,6–1,2 мм (іноді 3 мм) у масштабі зображення. Однак ці похибки майже не впливають на такі показники, як коефіцієнти кореляції, густина об'єктів, співвідношення площ, зайнятих різними ареалами тощо. Невідповідність змісту карти сучасним уявленням про зображений об'єкт може привести до збільшення кількості помилок картографічного зображення в десятки разів і значно зменшує надійність досліджень за такими картами.

Якість картографічної генералізації оцінюють з позицій, по-перше, геометричної точності, по-друге, – змістовної достовірності карти.

Геометрична точність – це кількісний параметр, який характеризує ступінь відповідності місця розташування окремих об'єктів на карті їхньому дійсному положенню на місцевості.

Для вітчизняних топографічних карт похибка планового розташування контурів становить у середньому 0,50–0,75 мм. Вона збільшується для гірських районів і зменшується – для рівнинних. Похибки висотного положення контурів різні для рівнинних, середньогірських і гірських територій ($0,3h$ – $0,5h$, де h – висота перерізу рельєфу на карті).

На тематичних картах дрібного масштабу похибка планового розташування контурів дещо більша. Наприклад, на геологічних картах вона становить 0,3–0,7, на геоботанічних – 0,6–1,2, на ґрунтових – 0,3–0,8 мм.

Змістовна достовірність карти є якісною оцінкою відповідності картографічного зображення реальній дійсності з урахуванням її головних, типових особливостей і взаємозв'язків між об'єктами. Під час генералізації для того, щоб зберегти достовірність зображення, іноді доводиться вдаватись до зсуву контурів, показу зі збільшенням деяких важливих об'єктів.

Література: [4, 7, 9, 28, 42]

Питання для самоконтролю

1. Що таке генералізація і яка її мета?
2. Що впливає на генералізацію карти?
3. Які є способи генералізації?
4. Що передбачає змістова генералізація?
5. Для яких цілей під час картографування застосовують узагальнення кількісних та якісних показників?
6. Яка мета просторової генералізації?
7. У яких випадках застосовують перехід від простих до складних моделей?
8. У чому полягають недоліки генералізації?

Тема 9. ТЕМАТИЧНЕ КАРТОГРАФУВАННЯ

9.1. Основні відомості

До тематичних належать карти, основний зміст яких визначений конкретною темою, що відображена на них. Тематичне картування в Україні відповідає загальним вимогам і регульоване на загальнодержавному рівні. Загальнодержавне тематичне картографування передбачає створення й використання картографічних творів як моделей геосистем, забезпечення взаємозв'язку їхніх компонентів, послідовності, динаміки й функціонування. Основні масштаби державних тематичних карт – 1 : 50 000, 1 : 100 000, 1 : 250 000 і 1 : 500 000.

Серед основних напрямів загальнодержавного тематичного картографування наведемо такі:

1) картографування компонентів природи (карти ґрунтів, рослинності, геологічні карти, ландшафтні та ін.);

2) картографування суспільства (адміністративні, політико-адміністративні, демографічні карти, карти промисловості, сільського господарства, транспорту тощо);

3) картографування взаємодії суспільства і природи (екологічні, природоохоронні карти).

Одним з основних напрямів загальнодержавного тематичного картографування є регіональне картографування з використанням картографічного методу дослідження проблем окремих регіонів для забезпечення їхнього соціально-економічного розвитку.

9.2. Складання і проєктування тематичних карт

Для складання тематичних карт, на відміну від загальногеографічних, додатково використовують літературні й статистичні джерела. Зокрема, для складання інженерно-геологічних карт застосовують матеріали польових досліджень, спеціальних вишукувань, інженерно-геологічних, гідрогеологічних та інших знімачь. Для складання екологічних карт використовують опрацьовані результати спостережень, що їх отримують на стаціонарних і пересувних постах.

Усі картографічні матеріали для складання тематичних карт повинні бути однорідні за використаними показниками, класифіка-

цією об'єктів і масштабом. Вихідні дані для тематичного картографування оцінюють за участю фахівців з відповідної галузі знань.

Складання карт передбачає визначення їхнього змісту, вибору умовних знаків і способів картографічного зображення. Зміст проєктованої карти визначений її призначенням, тематикою, масштабом і вимогами основних користувачів.

Проєктування змісту карти передбачає таке:

- 1) розроблення науково-технічного проєкту;
- 2) вибір переліку елементів і об'єктів, їхню класифікацію;
- 3) розроблення легенди карти;
- 4) вибір способів картографічного зображення.

Державні тематичні карти складають державні підприємства й організації, які належать до сфери управління різноманітних відповідних міністерств, і галузеві науково-дослідні й науково-технічні установи, підприємства й організації на підставі топографічних карт відповідного масштабу з урахуванням потреб науки, освіти й культури для забезпечення можливості вирішення конкретних завдань.

Під час створення державних тематичних карт використовують результати польових досліджень, спеціальних зніманих і спостережень, космічних зніманих і дистанційного зондування Землі, статистичні матеріали тощо.

Державні тематичні карти створюють у розграфленні державних топографічних карт відповідного масштабу, причому зміст таких карт повинен відповідати масштабу й призначенню карти. За способом створення й представлення графічної інформації державні тематичні карти поділяють на аналогові, цифрові й електронні.

Видають державні тематичні карти відповідно до державних науково-технічних програм для конкретних видів карт.

Окремим видом загальнодержавного тематичного картографування є *спеціальне загальнодержавне картографування*. Ці карти складають державні підприємства й організації, галузеві науково-дослідні й науково-технічні установи. До таких карт належать навігаційні карти (авіаційні, космічні, морські, річкові тощо); кадастрові карти (земельного, водного, лісового, містобудівного кадастру тощо); технічні карти (підземних комунікацій, інженерно-будівельні тощо); проєктні карти (у складі проєктної документації).

9.3. Окремі види тематичних карт

Карти рельєфу охоплюють такі види карт: гіпсометричні, геоморфологічні та морфометричні. Способи картографічного представлення на таких картах – гіпсометричний, горизонталей, кількісного фону тощо. Значну кількість карт складають під час географічного вивчення місцевості, особливо в нафтогазоносних, металогенічно-спеціалізованих районах і районах розвитку родовищ корисних копалин.

Карти клімату і поверхневих вод створюють у системі Гідрометеослужби на підставі систематичних спостережень на гідрометеорологічних станціях і постах. На картах нанесені відомості точкових спостережень за температурою повітря, опадами, випаровуванням, витратами води, льодовим режимом та іншими гідрокліматичними показниками. Поширені способи картографічного представлення на таких картах: якісного фону, ізоліній, локалізованих діаграм, лінійних знаків, знаків руху тощо.

Геологічні карти відображають особливості геологічної будови території, поклади стратегічних запасів корисних копалин країни. Нині вся територія України охоплена Державною геологічною картою масштабу 1 : 1 000 000, зміст якої постійно оновлюється. Близько 20 % території покрито картою масштабу 1 : 200 000. На регіональному рівні видано карти масштабу 1 : 500 000. Великомаштабні карти передбачені для районів видобування й розшуків корисних копалин. Способи картографічного представлення: якісного фону, локалізованих і лінійних знаків тощо.

Карти ґрунтів великого масштабу, зазвичай, охоплюють території сільськогосподарських угідь, райони меліоративних робіт тощо. Призначення таких карт – землевпорядкування і проведення заходів щодо захисту ґрунтів від водної й вітрової ерозії та ін. Найпоширенішими способами графічного представлення на таких картах є способи якісного фону та локалізованих знаків.

Ландшафтні й фізико-географічні карти супроводжують локальне й регіональне вивчення природних ресурсів. Використовують способи якісного фону і лінійних знаків.

Карти рослинності відображають флористичний склад, структуру, географічні закономірності поширення, просторово-часову динаміку рослинного покриву, його типологічні підрозділи (асоціації, групи асоціацій, формації) та взаємодію з навколишнім

середовищем, екологічний стан. Серед способів картографічного представлення на таких картах поширені способи ареалів та якісного фону.

Карти тваринного світу представлені загальними зоогеографічними картами і картами ареалів окремих тварин. Такі карти, головню, є складовими комплексних атласів. На них часто використовують способи ареалів.

Карти населення та демографічні карти містять такі характеристики: чисельність, густина, щільність, склад населення за статтю і віком, природний рух (народжуваність, смертність), міграції (сезонні, маятникові), еміграційні потоки тощо. Цей вид картографування провадять за результатами переписів, у ході яких ведуть суцільні статистичні спостереження. Для побудови карт застосовують такі способи картографування: крапковий, картограм, картодіаграм, знаків руху, значків, ізоліній.

Економіко-географічні карти – це загальна група карт, які відображають стан економіки країни, сукупність галузей матеріального виробництва і сфери послуг. Серед таких карт поширена низка вузькогалузевих карт: промисловості, сільського й лісового господарства, транспорту, будівництва тощо. Карти охоплюють різні способи графічного представлення: значків, лінійних знаків, знаків руху, якісного фону, ареалів, картограм, картодіаграм, крапковий тощо.

Карти промисловості відображають географічне розміщення тієї чи іншої галузі промисловості, чинники й умови розвитку, взаємодію з навколишнім середовищем (галузеві й загальнопромислові карти, карти промислових зон, прогнозування розвитку промисловості, заходів з охорони НПС від промислового забруднення тощо).

Карти будівництва відображають сфери його спеціалізації, інфраструктури, будівельні матеріали тощо. Тематика таких карт охоплює різні галузі капітального будівництва.

Карти транспорту й економічних зв'язків відображають особливості зв'язків населення й господарства у процесі виробництва, розміщення основних транспортних вузлів та інші характеристики транспортної інфраструктури.

Карти сільського господарства відображають географічне розміщення сільськогосподарського виробництва, умови й чинники

його розвитку, взаємодії з навколишнім середовищем (карти земле-робства, тваринництва, комплексні карти).

Карти лісового господарства характеризують кількість і якість лісових ресурсів, інтенсивність їхнього використання й відтворення, територіальну організацію лісового господарства (карти лісовпорядкування, лісовідновлення, охорони лісів від пожеж та інших захисних заходів).

9.4. Екологічні карти

Екологічні карти є особливою групою тематичних карт, що відображають взаємодію живих організмів з довкіллям, у тім числі наслідки взаємодії людської діяльності з геосистемами. Метою створення таких карт є аналіз екологічного стану, динаміки його змін, визначення просторових і часових чинників, що зумовлюють вплив на стан компонентів геосфери. Екологічне картографування традиційно орієнтовано на забезпечення міжнародних, державних, регіональних і місцевих програм та проєктів природоохоронного спрямування. Екологічні карти будують на підставі результатів, що їх отримують під час комплексних досліджень: матеріалів дистанційного зондування, якісних і кількісних характеристик забруднювальних речовин, статистичних даних щодо об'єму й умов надходження поллютантів до компонентів геосфери, просторової й часової динаміки фактично виміряних рівнів і складу забруднення, відомостей про стан здоров'я населення, рослинного покриву чи тваринного світу тощо. Найпоширенішими способами графічного представлення на таких картах є способи якісного фону, ареалів, лінійних знаків, значків тощо.

За тематикою виділяють такі групи екологічних карт:

- 1) карти оцінки стану навколишнього середовища і ресурсів для життя й діяльності людей;
- 2) карти впливу несприятливих і небезпечних природних процесів і явищ на компоненти довкілля;
- 3) карти антропогенного чи техногенного впливу на НПС і його зміни;
- 4) карти стійкості навколишнього середовища до несприятливого зовнішнього впливу;
- 5) карти прогнозування стану компонентів довкілля й очікуваного розвитку екологічної ситуації;

- 6) карти оцінки наслідків несприятливих впливів на середовище;
- 7) карти рекомендованих заходів щодо забезпечення екологічної безпеки, охорони середовища і здоров'я людей від несприятливих впливів;
- 8) комплексні екологічні карти.

За призначенням екологічні карти поділяють на:

- 1) інвентаризаційно-оцінні (містять показники й оцінку як окремих компонентів, так і геосфери загалом, характеристики територіального розподілу чинників, які впливають на компоненти довкілля);
- 2) прогнозні (відображають гіпотетичні сценарії зміни компонентів довкілля за збереження наявних тенденцій);
- 3) рекомендаційні (відображають територіальне розміщення запропонованих заходів з метою оптимізації екологічного стану);
- 4) карти моніторингу (відображають результати систематичних спостережень за компонентами довкілля).

9.5. Застосування тематичних карт у науковій і практичній діяльності

Тематичні карти дають змогу вивчати взаємозв'язки природних і соціально-економічних об'єктів і явищ, їхню структуру, розвиток у просторі і з часом. Метод використання карт для пізнання зображених на них об'єктів називають **картографічним методом досліджень**. Цей метод передбачає дослідження карт для опису, аналізу й пізнання явищ, отримання нових знань і характеристик щодо певних об'єктів чи явищ, вивчення процесів розвитку, з'ясування просторових взаємозв'язків і прогнозування явищ.

Метод охоплює такі етапи:

- 1) спостереження за елементами й отримання інформації, яку потрібно закартографувати;
- 2) опрацювання отриманої інформації;
- 3) складання карти (серії карт) за результатами одержаної інформації;
- 4) вивчення карти (серії карт) та отримання нової, додаткової інформації;
- 5) отримання нових знань щодо природних чи соціально-економічних об'єктів і явищ.

Напрями картографічних досліджень можуть бути різні, зокрема, вивчення природних ресурсів і продуктивних сил території з метою її господарського використання, розробка заходів щодо охорони природи, збереження й відтворення природних ресурсів, медико-геологічні дослідження тощо.

Тематичні карти допомагають вирішити такі завдання:

- 1) ознайомлення з географічною ситуацією до виявлення чинників впливу розміщення об'єктів, їхнього розвитку;
- 2) районування території за однією або кількома ознаками;
- 3) визначення меж, інтерполювання та екстраполювання просторових і часових закономірностей;
- 4) експериментування й імітаційне моделювання тощо.

Вміння читати карти – процес відтворення уявлень про дійсність за її зображенням на карті. За умовними позначеннями, їхнім поєднанням і просторовим розміщенням людина відтворює в своїй уяві інформацію щодо природних чи соціально-економічних об'єктів і явищ.

Використання карт ґрунтується на їхньому попередньому аналізі й оцінці. **Аналіз карти** – визначення властивостей карти, її придатності для використання з конкретною метою. **Оцінка карти** – це висновок про якість карти, ступінь її придатності для вирішення поставленого завдання. Наприклад, за допомогою аналізу й оцінки карт виявляють географічну зональність природних явищ, закономірності річних і вікових коливань магнітного поля Землі, великі магнітні аномалії, рух літосферних плит тощо. Завдяки картам прогностують розміщення і розвиток об'єктів картографування.

Література: [9, 28, 42, 48]

Питання для самоконтролю

1. Що таке тематичне картографування?
2. Що передбачає складання тематичної карти?
3. Що передбачає проектування змісту тематичної карти?
4. Які види тематичних карт ви знаєте?
5. Як поділяють екологічні карти за тематикою?
6. У яких сферах використовують тематичне картографування?
7. Які завдання вирішують за допомогою тематичного картографування?

8. Що означає *вміння читати карту*?
9. Що передбачає *аналіз карти*?
10. Що означає *оцінка карти*?

Тема 10. КАРТОГРАФУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ І ЯВИЩ

10.1. Способи зображення

Основні групи явищ чи об'єктів, що їх відображають на екологічних картах, виділяють, головню, за складовими компонентами геосфери: екологічні, атмосферні, геологічні, геоморфологічні, гідрологічні, земельні (грунтові), біологічні та комплексні (ландшафтні).

Природні й суспільні явища і об'єкти, відображені на таких картах, залежать від особливостей просторової локалізації; відповідно, їх поділяють на п'ять груп (рис. 1.10.1):

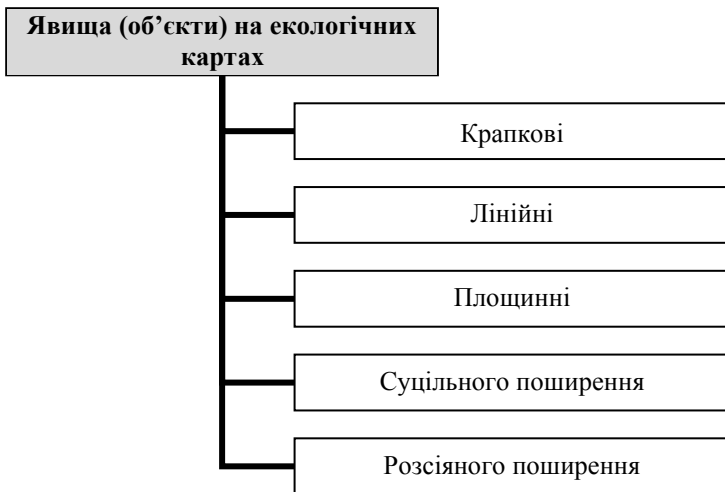


Рис. 1.10.1. Види об'єктів і явищ, що їх зображають на екологічних картах.

- 1) явища (об'єкти), локалізовані в пунктах (наприклад, місця відбирання проб, пости моніторингу, місця виявленого забруднення ґрунтів), для яких способом графічного показу є їхні точні місця

розташування (крапковий спосіб, локалізованих значків, іноді способи якісного чи кількісного фону);

- 2) явища й об'єкти, локалізовані на лініях (наприклад, шляхи сполучень, трубопроводи, межі), для яких засобом показу є спосіб лінійних позначень, рідше – якісного чи кількісного фону;
- 3) явища (об'єкти), зосереджені на площах (наприклад, підприємства, промислово-міські агломерації, природоохоронні території), для яких як засіб графічного представлення використовують способи якісного, кількісного фону, рідше – ареалів;
- 4) явища (об'єкти) суцільного поширення (наприклад, атмосфера та її характеристики, гірські породи та їхні властивості) на картах представлені способами знаків руху, ареалів, якісного й кількісного фону, картограм;
- 5) явища (об'єкти) розсіяного поширення, тобто такі, що складаються з множини дрібних об'єктів, індивідуальний показ яких неможливий (наприклад, біологічні види, посіви сільськогосподарських культур тощо); як засіб показу використовують способи значків і крапковий.

Отже, серед графічних засобів на екологічних картах застосовують такі ж, що й на картах іншої тематики: масштабні, позамасштабні, лінійні й пояснювальні.

10.2. Інформаційні джерела екологічного картографування

Розрізняють чотири види джерел інформації для визначення екологічного стану компонентів довкілля (рис.1.10.2):

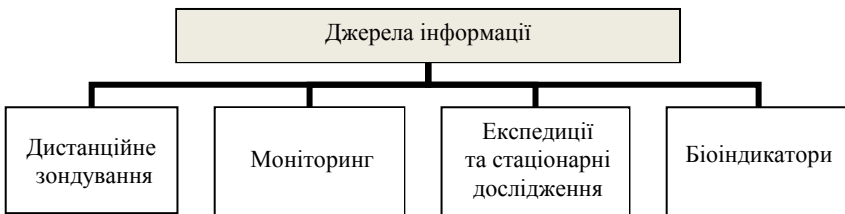


Рис. 1.10.2. Джерела інформації під час проведення екологічного картографування.

- 1) дистанційне зондування;
- 2) моніторинг джерел і обсягів техногенного навантаження;

3) експедиційні й стаціонарні дослідження стану компонентів природного середовища;

4) стан біоіндикаторів.

Дистанційне зондування природних об'єктів ґрунтується на використанні електромагнітних випромінювань, що виходять від предмета дослідження. Дистанційні методи дослідження поділяють на пасивні (ґрунтуються на вловлюванні випромінювань від природних джерел – Сонця, Місяця, зірок, земної поверхні і власне досліджуваних об'єктів) і активні (передбачають використання штучних джерел випромінювання – ламп розжарювання, газорозрядних ламп, лазерів тощо).

Найпоширенішим серед пасивних дистанційних методів є фотографування, у тім числі в різних діапазонах спектра. Фотознімки доступні для безпосереднього зорового сприйняття й аналізу. Космо- і аерофотознімки забезпечують територіально повне й безперервне вивчення значних за розміром площ, стан яких зафіксовано на єдиний момент часу. Такий спосіб збирання інформації ефективний під час робіт, пов'язаних з проблемами охорони земельних, водних і рослинних ресурсів (стан лісів, пасовищ, орних угідь, ерозія, засолення, заболочування). За допомогою космо- і аерофотознімків можна визначити, головно, якісні характеристики забруднення – ареали забруднення снігового покриву навколо міст, димових шлейфів різного походження, нафтових плівок на морських поверхнях, запиленості міської атмосфери тощо.

Джерела й об'єми антропогенного навантаження визначають **моніторингом**. Джерелами забруднення НПС можуть бути такі об'єкти чи явища: технологічний процес; точка викидів (стічна, вентиляційна труба тощо); регіональна одиниця (промзона, місто, регіон).

Об'єми викидів і скидів визначають розрахунками на підставі галузевих нормативів з урахуванням тривалості роботи одиниці обладнання та за допомогою лабораторно-інструментальних методів на підставі відбирання й аналізування проб у кожній точці викиду чи скиду.

Експедиційні і стаціонарні дослідження стану забруднення компонентів довкілля охоплюють відбирання й аналіз проб та камеральне опрацювання результатів. Методи відбирання, аналізування

проб і статистичного опрацювання результатів регламентовані державними й галузевими стандартами.

Стан біоіндикаторів (організмів, які реагують на зміни навколишнього середовища) є своєрідним показником, що відображає наслідок певної екологічної ситуації. Серед переваг використання біоіндикаторів – постійний характер сприйняття зовнішніх впливів і об'єктивність реакції на ці впливи. Біоіндикаційною вважають будь-яку реакцію організму на стан середовища. Однак інформацію про зміст такого впливу можна отримати тільки в разі вивчення специфічних реакцій, тобто таких, за яких відбуваються зміни, пов'язані з визначеним чинником. Біоіндикаційні ознаки фіксують на різних рівнях організації живої матерії за:

- 1) біохімічними й фізіологічними реакціями;
- 2) анатомічними, морфологічними відхиленнями й відхиленнями поведінки;
- 3) флористичними й фауністичними змінами;
- 4) біогеоценотичними змінами.

Біоіндикація на рівні окремого виду здатна виявити за специфічними реакціями дію конкретного забруднювача. Біоіндикація на рівні спільноти спрямована на оцінку загального рівня забруднення.

10.3. Особливості складання екологічних карт

Екологічне картографування – надзвичайно активний напрям картографування на межі геології, географії, біології, економіки, інженерних наук тощо. Воно охоплює як природні, так і соціально-економічні явища, зв'язки й взаємовідносини суб'єктів та їхнього середовища, зміни середовища та їхні наслідки для суб'єкта.

Екологічні карти відображають організацію відносин біоти, людини й середовища їхнього існування в системі суспільство–природа. Особливістю таких карт є те, що вони містять антропогенну складову, за їхнього допомогою досліджують не тільки зміни природного середовища, а й наслідки цих змін для людини.

До головних антропогенних компонентів таких карт належать: господарське освоєння земель; територіальна концентрація виробництва; щільність населення; забруднення природного середовища; здоров'я населення. Кожен із показників екологічного картографування синтетичний за змістом і характеризує певну зону.

Багатозначність відносин у системі суспільство–природа не можна цілком і однозначно передати єдиною картою, тому для вирішення конкретних завдань потрібна система аналітичних і синтетичних карт.

Створення екологічних карт передбачає проведення комплексу польових і камеральних робіт. Польові роботи охоплюють польове знімання й дешифрування аеро- і космічних знімків. Серед комплексу камеральних робіт виділяють проектування карти, складання карти або роботу з графічної побудови оригіналу карти, підготовку карти до видання, видання карти.

10.4. Комплексне екологічне картографування

Комплексне екологічне картографування передбачає одночасне відображення:

- 1) географічного середовища, у якому відбувається взаємодія і розвиваються екологічні відносини між природними й соціально-економічними системами;
- 2) техногенних і антропогенних впливів та реакції середовища на них;
- 3) оцінок наслідків взаємодії природи і суспільства.

Об'єктом комплексного екологічного картографування є сума різноманітних характеристик стану компонентів довкілля (атмосфери, літосфери, ґрунтів, гідросфери, біосфери), а також чинники, що зумовлюють негативний стан цих компонентів (антропогенна діяльність). Комплексне екологічне картографування передбачає створення атласів і серій взаємозалежних карт екологічного змісту або складання окремих комплексних карт.

Виділяють три різновиди комплексних екологічних карт (рис. 1.10.3):



Рис. 1.10.3. Різновиди комплексних екологічних карт.

- 1) інвентаризаційні – на них показують елементи природного середовища (природні зони, ландшафтні райони, ландшафти), характер їхнього використання (сільське, лісове господарство та ін.), джерела техногенного впливу (міста, підприємства, транспортні магістралі тощо);
- 2) інвентаризаційно-оцінні – на них наводять характеристику реакції середовища на техногенні впливи на нього. Звичайно оцінки мають якісний характер і ґрунтуються на результатах біоіндикаційних досліджень (стан лісів, пасовищ тощо), рідше – на матеріалах випробовування геокомпонентів;
- 3) комплексні оцінні – основним елементом їхнього змісту є оцінка екологічної ситуації, вони можуть характеризувати стан як окремих геокомпонентів, так і середовища загалом.

Література: [4, 7, 28]

Питання для самоконтролю

1. Які явища відображають на екологічних картах?
2. Які інформаційні джерела екологічного картографування вам відомі?
3. Які дистанційні методи досліджень ви знаєте?
4. Що передбачають експедиційні і стаціонарні дослідження?
5. Як визначають джерела й об'єм антропогенного навантаження?
6. Що таке *біоіндикатор*?
7. У чому полягають особливості створення екологічних карт?
8. У чому полягає комплексне екологічне картографування?
9. Які ви знаєте різновиди комплексних екологічних карт ?

Тема 11. АТЛАСНЕ КАРТОГРАФУВАННЯ

11.1. Атлас і його особливості

Атлас є цілісним картографічним твором з систематизованою сукупністю карт, виконаних за загальною програмою. Крім карт, в атласах часто наводять пояснювальні тексти, довідкові матеріали, графіки, фотографії тощо. Атлас виконує функцію джерела узгодженої просторової інформації та є моделлю геосистеми. Є певні передумови щодо складання атласів:

- 1) використання мінімальної кількості картографічних проєкцій (для простішого порівняння карт);

- 2) один масштаб для всіх карт або кратні масштаби для полегшення зіставлення карт;
- 3) єдині базові географічні засади;
- 4) баланс між кількістю аналітичних, комплексних і синтетичних карт;
- 5) взаємно узгоджені легенди різних карт, шкали і градації;
- 6) єдиний рівень генералізації й однакові подробиці зображення рівнів;
- 7) взаємне узгодження карт різної тематики, усунення випадкових розбіжностей у зображенні контурів;
- 8) усі дані, відображені в атласі, належать до єдиного часового інтервалу;
- 9) загальні принципи оформлення карт.

11.2. Систематизація розділів в атласах

Систему карт в атласі поділяють на розділи, які містять основну й додаткову карти. Єдності розділу (або підрозділу) досягають ув'язкою з основною картою, а таксономічна підпорядкованість елементів змісту кожної карти забезпечена логікою її легенди й підбором образотворчих засобів – так моделюють ієрархію компонентів геосистеми.

Взаємодія компонентів відображена на комплексних і комплексно-синтетичних картах (наприклад, карти взаємодії вітрів і океанічних течій або карти розподілу населення за галузями промисловості).

Атласи містять карти, що характеризують динаміку геосистем, процеси перенесення речовини й енергії (переміщення відкладів, водних мас, транспортування нафти й газу). Прогнозні карти відображають тенденції розвитку. Комплексні атласи моделюють основні властивості геосистем, причому інформацію подають у систематизованому, формалізованому й однаковому вигляді.

11.3. Класифікації атласів

Однією з ознак, за якою класифікують атласи, є предмет зображення. За цією ознакою атласи поділяють на географічні й астрономічні. Майже всі карти географічних атласів відображають поверхню Землі й явища, що відбуваються на ній. Астрономічні атласи зображають зоряне небо, планети й Усесвіт.

Приклади класифікації атласів за різними ознаками наведено в табл. 1.11.1.

Таблиця 1.11.1

Класифікація атласів за окремими ознаками

Атласи	Класифікаційна ознака
За змістом (тематичні)	
Загально-географічні	Фізико-географічні, геологічні, геофізичні, кліматичні, океанологічні, гідрографічні, ґрунтові, ботанічні, зоогеографічні, медико-географічні, комплексні фізико-географічні
Соціально-економічні	Населення, промисловості, сільського й лісового господарства, культури, політико-адміністративного поділу, комплексні соціально-економічні
Еколого-географічні	Чинників впливу на середовище та окремі його компоненти, наслідків впливу й забруднення середовища, екологічних ситуацій, умов життя населення, екологічної безпеки
Історичні	Стародавнього світу, Середньовіччя, Новітньої історії, військово-історичні
Загальні комплексні	Карти природи, населення й господарювання, галузеві (геологічні), вузькогалузеві (родовищ корисних копалин)
За просторовим охопленням	
Планет і супутників	Землі, Марса, Венери, Місяця тощо
Півкуль	Атлас зворотного боку Місяця
Континентів	Австралії, Африки, Північної Америки тощо
Океанів	Тихого, Індійського океану
Групи країн	Атлас Дунайських країн
Держав	України, Франції та ін.
Невеликих територій і акваторій	Атлас Південного берега Криму, атлас озера Байкал
Областей	Львівської області
Міст	Львова
За призначенням	
Довідкові, науково-довідкові, популярні, навчальні, туристичні, дорожні, військові тощо	
За форматом	
Настільного, книжкового, малого (кишенькові) формату, мініатюрні	
За способом брошурування	
У переплеті, у вигляді окремих аркушів	
За особливістю цифрового носія	
Комп'ютерні, на компакт-дисках, віртуальні тощо	

11.4. Атласне картографування в Україні

Розвиток атласного картографування території України до проголошення незалежності визначався станом картографування в Росії, Австро-Угорщині, а згодом – у СРСР. Цей період описано у темі 2. Розглянемо детальніше власне українські видання атласів.

Перший український навчальний “Географічний атлас” був укладений проф. Мироном Кордубою і виданий 1912 р. До вагомих праць, що стосувались атласного картографування України, можна зачислити “Атлас України й сумежних країв” за редакцією Володимира Кубійовича, виданий 1937 р. Українським видавничим інститутом у Львові. Атлас розкриває картографовані явища природи, а також надає інформацію про населення й господарство в межах української національної території на зламі 1920–1930-х рр. і містить близько 150 карт.

Після проголошення незалежності України атласне картографування набрало нових обертів. Нижче наведено інформацію про відомі атласи, опубліковані протягом останніх десятиліть.

Атлас світу (ДНВП “Картографія”, 1999, 216 с.) підсумував велику роботу з передачі українською мовою географічних назв зарубіжних країн (близько 30 тис. назв географічних об’єктів). З 2002 р., коли цей атлас було переукладено з незначними змінами за комп’ютерними технологіями, він витримав чотири перевидання.

Загальногеографічний атлас світу (ДНВП “Картографія”, “Harper Collins Publishers”, 2004, 336 с.) містить детальні карти країн, груп країн, добірки космо- і фотознімків, тексти, таблиці.

Тематичні атласи (ДНВП “Картографія”, “Harper Collins Publishers”): “Історія світу”, “Ілюстрований атлас для дітей” (2008), “Глобальні проблеми світу” (2009), “Атлас біблійної історії” (2010).

Географічний атлас вчителя (ДНВП “Картографія”, “Harper Collins Publishers”, 2010) – комплексне картографічне видання, у якому відображено теми загальної географії й картографії, схарактеризовано природні умови й ресурси, населення, економіку світу й України, відтворено материки, океани, країни та регіони світу.

На початку тисячоліття ДНВП “Картографія” опублікувало низку *довідкових атласів України*, які видано в однаковому форматі у твердій оправі: “Україна. Промисловість та інвестиційна діяльність” (2003), Загальногеографічний атлас України (2004), Ком-

плексний атлас України (2005), Політико-адміністративний атлас України (2006), Комплексний атлас Київської області (2009).

Геологія і корисні копалини України – атлас про геологічну будову й корисні копалини України. Масштаб 1 : 5 000 000. Містить 75 карт семи типів: з загальногеографічними даними, геофізичну, геоструктурного районування, геологічних розрізів, літолого-фаціальну, еколого-геологічну, корисних копалин. Атлас укладав упродовж семи років великий колектив учених і фахівців країни (76 авторів). Його видано українською (Київ, 2001) та англійською (Торонто, 2005) мовами.

Національний атлас України – перший фундаментальний картографічний твір незалежної України, виданий Інститутом географії НАН України 2007 р. Його створено відповідно до Указу Президента України “Про Національний атлас України” (2001) та Постанови Кабінету Міністрів України “Про затвердження Програми підготовки та видання Національного атласу України” (2003). Атлас є однотомним виданням, на 440 сторінках містить 875 карт різного масштабу, майже 100 сторінок тексту, низку графіків та ілюстрацій. У ньому послідовно висвітлено різні аспекти природно-ресурсного, демографічного, економічного потенціалу країни, які ґрунтуються на сучасному банку даних. Поповнення цього банку даних стимулюватиме подальший розвиток фундаментальних знань про Україну.

Література: [4, 9, 47]

Питання для самоконтролю

1. Що таке *атлас*?
2. У чому полягає систематизація розділів в атласах?
3. Які види класифікацій атласів ви знаєте?
4. Як поділяють атласи за змістом?
5. Як поділяють атласи за просторовим охопленням?
6. Як поділяються атласи за призначенням?
7. Наведіть особливості атласного картографування в Україні.

Тема 12. ВИМІРЮВАЛЬНІ ПРИЛАДИ Й УСТАТКУВАННЯ

12.1. Прилади для польових картографічних робіт

Для польових картографічних робіт, зазвичай, використовують геодезичні прилади. *Геодезія* – наука, яка вивчає фігуру та зовнішнє гравітаційне поле Землі й інших планет, розробляє методи створення геодезичної основи на всю поверхню Землі чи на окремі її ділянки, опрацьовує методи зображення поверхні Землі на картах, а також способи вимірювань на місцевості під час виконання наукових та інженерних робіт.

Для найпростішого визначення напрямів ліній щодо меридіана слугує *бусоль* (рис. 1.12.1), яка одночасно є самостійним геодезичним приладом і складовою інших приладів (теодоліта, кіпрегеля). В основі будови бусолі є кільце з кутовими поділками і магнітна стрілка, яка обертається на вістрі шпильки в центрі кільця. Для її візування використовують діоптри. Під час вимірювань бусоль встановлюють на штативі, розташовують на знімальному планшеті чи тримають у руках. Похибка бусолі становить 10–15'.

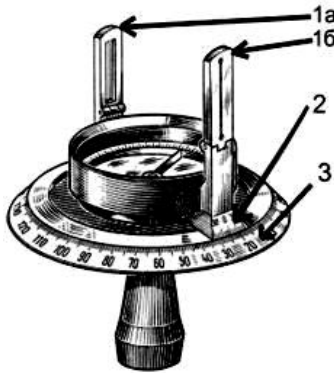


Рис. 1.12.1. Схема бусолі:

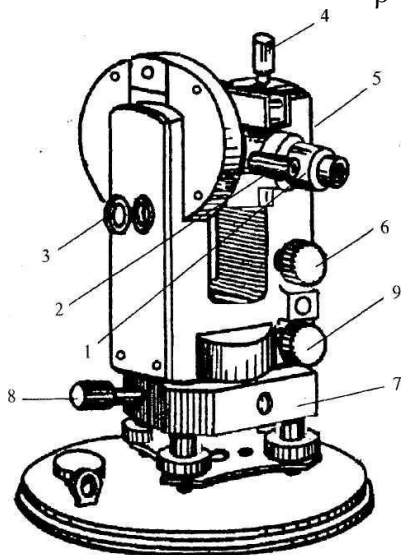
1 – діоптри: 1а – предметна, 1б – окулярна; 2 – алідадна лінійка; 3 – лімба.

Теодоліт – геодезичний прилад, призначений для вимірювання горизонтальних і вертикальних кутів (рис. 1.12.2). За точністю вимірювання кутів, згідно з наявними стандартами, теодоліти бувають високоточні (похибка вимірювання < 1"), точні (похиб-

ка $< 10''$) і технічні (похибка $> 10''$). За принципом взяття відліку теодоліти бувають електронні й оптичні.

Теодоліт встановлюють на штативі горизонтально за допомогою підйомних гвинтів і рівня. Вимірювання одного й того самого кута здійснюють двічі (за двох положень вертикального круга щодо зорової труби: праворуч (КП) та ліворуч (КЛ)). Обертаючи алідаду за закріпленим лімбом, перехрестя сітки ниток зорової труби наводять на низ віхи, яка позначає задню точку (праву за ходом). Закріпивши алідаду, беруть відлік n_1 по горизонтальному кругу штрихового мікроскопа. Відпустивши закріплювальний гвинт алідади, зорову трубу наводять на передню точку і беруть відлік n_2 . За різницею заднього й переднього відліку обчислюють значення кута β :

$$\beta = n_1 - n_2.$$



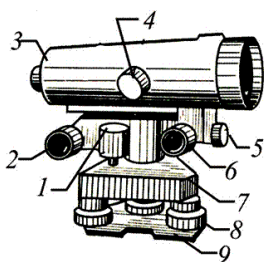
- 1 – зорова труба;
- 2 – відліковий мікроскоп;
- 3 – дзеркало для освітлення мікроскопа;
- 4 – закріпний гвинт зорової труби;
- 5 – ручка фокусування;
- 6 – навідний гвинт зорової труби;
- 7 – підставка (тригер);
- 8 – затискні й навідні гвинти лімба;
- 9 – навідний гвинт алідади.

Рис. 1.12.2. Схема теодоліта Т-30.

Повернувши зорову трубу на 180° , значення кута визначають за другого положення вертикального круга. Якщо результати обох вимірювань кута збігаються (КП = КЛ) або різниця між ними не перевищує подвійної точності відлікового пристрою, то обчислюють середнє значення кута.

У 1960-х рр. для визначення напрямку істинного (географічного) меридіана стали застосовувати гіртеодоліти (теодоліти гіроскопічні). **Гіртеодоліти** – це теодоліти з гірокомпасом для автономного визначення астрономічних азимутів напрямів. Цей прилад поєднує гіроблок і кутомірну частину – оптичний теодоліт з автоколімаційною системою. Він складається з маятникового гіроскопа (вказує напрям астрономічного меридіана) і теодоліта (додатково має автоколімаційний окуляр для спостереження за положенням осі гіроскопа). Кутомірну частину приладу використовують для визначення напрямку головної осі симетрії гіроскопа, яка збігається з напрямом астрономічного меридіана точки стояння приладу. Також за допомогою кутомірної частини виконують прив'язку цього напрямку до місцевого предмета. Похибка визначення напрямів гіртеодоліта становить 5–10".

Нівелір – геодезичний прилад, призначений для визначення перевищення між точками (нівелювання), а також їхніх висот щодо заданої рівневої поверхні. Нівелювання застосовують під час вивчення форм рельєфу, будівництва й експлуатації споруд та інших геодезичних робіт. Найбільше поширені оптичні нівеліри (рис. 1.12.3). Основною частиною нівеліра є зорова труба, призначена для проведення спостережень (візування); вісь труби називається візирною віссю.



- 1 – круглий рівень;
- 2 – елеваційний гвинт;
- 3 – зорова труба нівеліра;
- 4 – гвинт кремальєри;
- 5 – закріпний гвинт зорової труби;
- 6 – мікрометровий гвинт зорової труби;
- 7 – підставка нівеліра,
- 8 – піднімальні гвинти підставки нівеліра;
- 9 – пружинна пластинка.

Рис. 1.12.3. Схема нівеліра Н-3.

Круглий, циліндричний рівень слугує для горизонтального встановлення приладу. Принцип вимірювання перевищень оптичним нівеліром полягає у забезпеченні горизонтального положення приладу; спостерігач по черзі бере відлік за інварною рейкою, що

має сантиметрові поділки, яку встановлюють на спостережуваних точках; різниця у відліках дає перевищення між точками.

Тахеометр є геодезичним приладом, призначеним для вимірювання горизонтальних і вертикальних кутів, відстаней і перевищень. Тахеометри класифікують за типом віддалемірів, які в них застосовуються, та способом реєстрації результатів вимірювань.

Електронний тахеометр (рис. 1.12.4) – це високоточний сучасний геодезичний прилад, який значно спростив проведення геодезичних вимірювань. Він складається з кутомірної частини, світлодальноміра і вбудованого комп'ютера.

За допомогою кутомірної частини визначають горизонтальні й вертикальні кути, світлодальноміра – відстані, а вбудований комп'ютер вирішує різні геодезичні завдання, забезпечує управління приладом, контроль і зберігання результатів вимірювань.

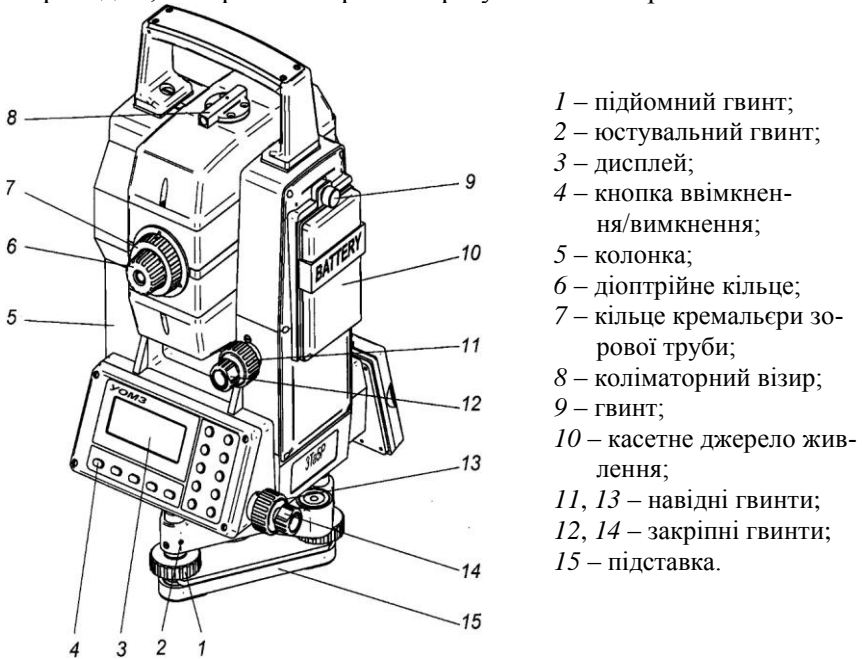


Рис. 1.12.4. Схема електронного тахеометра.

Результати вимірювань можна завантажити на ПК й обробити в спеціальних програмах. Електронні тахеометри можуть працюва-

ти як у відбивному режимі (спостерігач веде вимірювання на спеціальні пристрої – відбивачі, призми, що відображають марки), так і в безвідбивному (спостереження ведуть безпосередньо на спостережуваний об'єкт). Є також роботизовані тахеометри, за допомогою яких спостереження може вести одна людина. Ці прилади за заданою програмою самі знаходять положення відбивачів і проводять вимірювання. Сфери застосування електронного тахеометра: будівництво, землевпорядкування, топографія, інженерні вишукування тощо.

Прилад вертикального проєктування (ПВП) – це прилад для вертикальної передачі точок і осей (у зеніт або надир) на монтажний горизонт. Цей прилад використовують під час вирішення багатьох завдань інженерної геодезії, у тім числі в разі вертикального планування міст. Такі прилади дають змогу ефективніше передавати планові координати вище й нижче від вихідної точки.

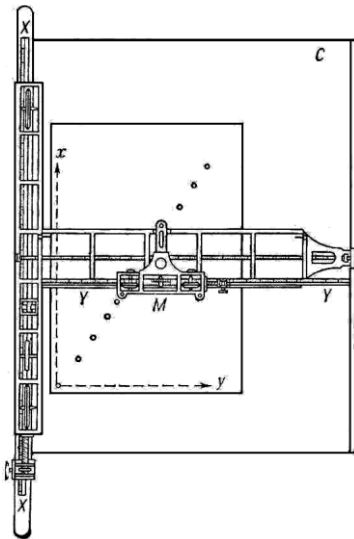
ПВП бувають механічні й оптичні. У механічних приладах стрімка лінія реалізується струною з вантажем чи стрижнем. У прямому виску струна встановлюється у вертикальне положення підвішеним вантажем, поміщеним у рідину (масло, воду з тирсою та інші). У зворотному виску нижній кінець струни (дроту) закріплюють, а верхній натягують динамометром, у вертикальне положення струна встановлюється за допомогою двох взаємно перпендикулярних рівнів. Приєднаний до верхнього кінця дроту поплавець, що плаває в рідині, також утримує дріт у стрімкому положенні. Точність механічних ПВП залежить від їхньої конструкції, способу фіксації відліку й висоти проєктування.

Найбільше поширені оптичні ПВП, які за точністю поділяють на технічні, точні й високоточні. Технічні зазвичай вбудовані в теодоліти, тахеометри та ін. (відносна середня квадратична похибка лінійних вимірювань $L/5\ 000$ – $L/10\ 000$ за відстані 10–20 м). Точні й високоточні оптичні ПВП є самостійними приладами. Відносна похибка проєктування точки точними ПВП становить $L/30\ 000$ – $L/50\ 000$ за відстані до 150 м. Компенсатори в точних ПВП дають змогу встановлювати візирну вісь з точністю 1". Високоточні ПВП дають змогу встановлювати візирну вісь у схилі з похибкою $< 1''$, мають зорову трубу зі збільшенням $\times(30\text{--}40)$ (відносна похибка $L/1$ – $L/100\ 000$ за відстані 250–500 м).

12.2. Прилади для камеральних робіт

Картографічні прилади для камеральних робіт – це прилади, що їх використовують для складання й підготовки карт до видання. Ще донедавна в разі складання математичної основи (картографічної сітки і опорних пунктів) застосовували координатографи, штангенциркулі з лінійками ЛБЛ, лекала, курвіметри, лінійки Дробишева (для прокреслювання дуг кіл за допомогою отворів зі скошеними краями), нормальні (жєневські) лінійки (для вимірювання ліній з точністю до 0,2 мм за допомогою двох пересувних луп). Сьогодні ці механічні прилади поступово витісняють упровадженням у систему картування цифрових технологій.

Курвіметр (від лат. *curvus* – зігнутий і грец. *μέτρον* – міра) – прилад для вимірювання довжин кривих ліній та розмірних одиниць на картах чи планах. Довжину вимірюваної лінії визначають як добуток показів курвіметра на знаменник масштабу. Справність курвіметра перевіряють вимірюванням на папері ліній відомої довжини. Про особливості будови й роботи з цим приладом див. у лабораторній роботі № 4).



C – станина;
X-X, *Y-Y* – лінійки з поділками;
M – мала рухома каретка.

Рис. 1.12.5. Схема координатографа.

Координатограф (від лат. *co-* – разом, *ordinare* – сортувати і грец. *γράφω* – пишу, малюю, описую) – прилад для швидкого й точного нанесення на карту або план крапок за прямокутними координатами (є координатографи і для нанесення полярних координат). Він складається зі станини, до якої прикріплена лінійка з поділками, що є віссю абсцис $X-X$ (див. рис. 1.12.5). Уздовж осі абсцис пересувається каретка, що несе на собі лінійку $Y-Y$, відповідну осі ординат. По осі ординат рухається мала каретка, на якій закріплена голка для наколювання крапок.

Пантограф (від грец. *παντος* – усе і *γράφω* – пишу, малюю, описую) – прилад, який раніше використовували для перемальовування планів і карт в іншому, зазвичай, дрібнішому масштабі. Складається з чотирьох попарно паралельних лінійок, що сполучені між собою шарнірами в точках A, B, C, D і утворюють паралелограм $ABCD$ (рис. 1.12.6). Точка A (полюс) нерухома, у точці F поміщений шпиль, яким обводять оригінал, у точці K – олівець, що викреслює зменшену копію. Співвідношення масштабів оригінала й копії може бути змінено переміщенням лінійки CD уздовж лінійок AE і BF ; одночасно має бути переміщений і олівець K так, щоб точки A, K і F були на одній прямій, чим досягають подібності фігур копії й оригінала.

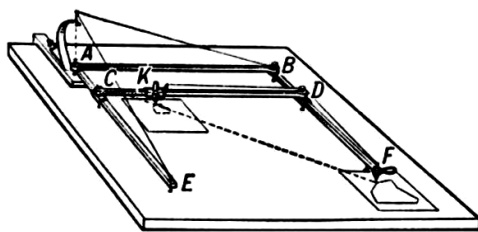


Рис. 1.12.6. Схема пантографа.

12.3. Фотограмметричне устаткування

Фотограмметрія (від грец. *φωτος* – світло, *μετρον* – вимірюю) – наукова дисципліна, що вивчає теорію, методи і технологію визначення форм, розмірів, положення в просторі, кількісних і якісних характеристик об'єктів і явищ за їхніми фотознімками або зображеннями. Фотограмметрію застосовують у геодезії, астрономії, картографії, архітектурі, будівництві, медицині,

криміналістиці, військовій справі, космічних дослідженнях, електронній мікроскопії, екології та ін.

Фотограмметричні прилади дають змогу визначати розмір, форму й положення об'єктів за фотознімками (з повітря, космічними, наземними). Їх поділяють на прилади для обробки поодиноких фотознімків (монокулярні) і прилади для обробки пари знімків (стереофотограмметричні прилади).

До монокулярних приладів належать вимірювальні лупи для дешифрування, компаратори для вимірювання координат точок на знімку, фототрансформатори для одержання горизонтального зображення місцевості з метою складання фотоплану, одиночні проектори для перенесення об'єктів зі знімка на планшет, збільшувачі й фоторедуктори для приведення зображення до заданого масштабу. Серед стереофотограмметричних є прилади для вимірювання й маркування знімків та прилади для визначення координат точок, побудови й вимірювання за знімками моделі об'єкта.

Стереофотограмметричні прилади призначені для створення топографічних карт, побудови мереж фототріангуляції. Вони дають змогу виконувати стереоскопічні вимірювання за стереопарою фотознімків з метою визначення розмірів, форми і просторового положення сфотографованих об'єктів. Основні частини кожного стереофотограмметричного приладу такі: координатно-вимірювальна система; знімкотримачі (зазвичай два), на яких розташовують фотознімки; наглядова система, за допомогою якої спостерігають стереомодель; вимірювальні марки, які розташовані в кожній гілці наглядової системи чи в просторі геометричної моделі об'єкта, що відтворюється в разі проектування двох його зображень. Під час вимірювань оператор здійснює послідовне стереоскопічне наведення на різні точки зображень об'єкта, фіксує їхнє положення графічно чи веде відлік координат за спеціальним лічильником у координатній системі знімка.

Стереометр (від грец. στερεός – “твердий” і μέτρον – “вимірюю”) – оптично-механічний прилад для виконання за фотознімками різних вимірювань зображення об'єктів у процесі їхнього стереоскопічного розглядання (рис. 1.12.7). Мають паралактичні пристрої і вимірювальну марку, яка переміщується по відтвореній на приладі об'ємній моделі місцевості (або окремого предмета).

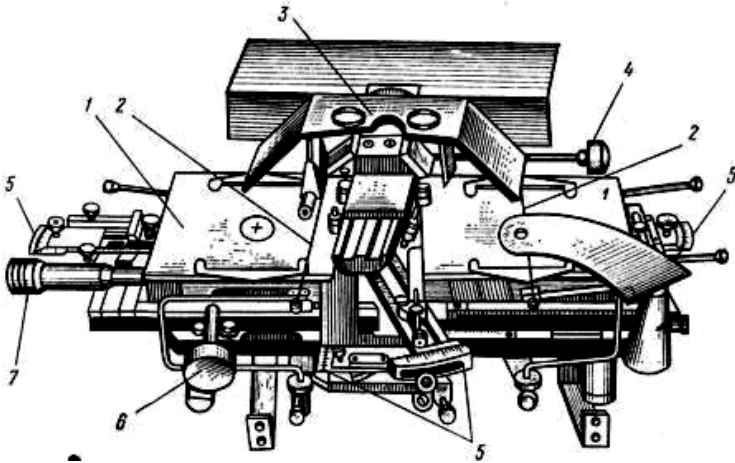


Рис. 1.12.7. Схема стереометра:

1 – знімкотримачі; 2 – нитки для візування; 3 – дзеркальний мікроскоп; 4 – гвинт для переміщення мікроскопа; 5 – коректувальні засоби; 6 – кремальєрний гвинт; 7 – гвинт для визначення поздовжнього паралаксу.

Залежно від призначення розрізняють такі стереометри: топографічний (для зображення рельєфу й дешифрування під час створення карт), прецизійний (для точних фотограмметричних визначень), геологічний (для вимірювання за знімками елементів залягання гірських порід).

Стереограф – універсальний стереофотограмметричний прилад механічного проєктування з перетвореними в'язками променів; слугує для складання топографічних карт за аерофотознімками, що мають кути нахилу до 3° . Запропонований радянським ученим Ф. Дробишевим на початку 1950-х рр. Особливістю цього приладу є наявність колекційного механізму, який для кожної точки знімка автоматично враховує лінійне зміщення (по осях абсцис і ординат), що відповідає поправці за вплив нахилу знімка. Аерознімки завжди розташовують горизонтально незалежно від кутів нахилу.

Стереопроєктор – це стереофотограмметричний прилад, призначений для складання топографічних карт за аерознімками, що мають кути нахилу до 3° . Запропонований В. Романовським 1950 р. У процесі вимірювань знімки переміщують щодо нерухомих марок. У загальному випадку центри проєкцій не збігаються з

центрами проєкції аерознімків. Це приводить до перетворення в'язки проєктувальних променів, унаслідок чого вертикальний масштаб моделі не дорівнює горизонтальному.

Стереоскоп є простим оптичним приладом для одночасного розглядання стереопар і отримання об'ємної моделі об'єкта. Найчастіше застосовують лінзово-дзеркальні стереоскопи, якими можна розглядати фотознімки зі збільшенням у півтора–два рази.

12.4. Маркшейдерські інженерні прилади

Маркшейдерія є галуззю гірництва, завданням якої є вивчення методів і способів виконання знімачів як на земній поверхні, так і в підземних гірничих виробках, для складання карт і розв'язування різних технічних завдань, які виникають під час експлуатації гірничих виробок і відкритих родовищ корисних копалин; маркшейдери займаються геодезичним і геологічним вивченням гірничих виробок.

Маркшейдерсько-геодезичні прилади застосовують під час просторових геометричних вимірювань у гірничих виробках. За призначенням ці прилади поділяють так:

- кутомірні маркшейдерські теодоліт-тахеометри, теодоліти маркшейдерські і пристосування до них (консолі, сигнали, схили), тахеометри зі стереоскопічним далекоміром, кутоміри тощо;
- для вимірювання висот і перевищень (нівеліри гірничі зі самовстановлюваною віссю, барометри, барографи, профілографи для рейкових доріг);
- для вимірювання ліній (сталеві рулетки, стрічки завдовжки до 1 000 м, далекоміри нитяні, подвійного зображення, авторедукційні, стереоскопічні, дротяні, світлодалекоміри);
- для визначення азимуту (магнітні бусолі, орієнтир-бусолі, деклінатори, гірничі компаси, вибухобезпечні гіроскопічні компаси);
- оптичні проєктори і вказівники напряму (світлові вказівники з лазерами);
- спеціального призначення (датчики для вимірювання гірничого тиску і зсуву гірських порід, прилади для спостереження й реєстрації зрушення земної поверхні під дією підземних робіт, засоби для геометричного орієнтування);
- фотограмметричні прилади (фототеодоліти, фотограмметри, стереокомпаратори);

- для знімання підземних порожнин (тахеометри внутрібазні, сектограф);
- ультразвукові (звуколокатор);
- для знімання свердловин (інклінометри);
- для камеральних робіт (планіметри, пантографи, світлокопіювальні апарати, креслярські інструменти тощо).

Профілограф (геодезичний висотомір) – прилад для вимірювання нерівностей поверхні і представлення результатів у вигляді кривої лінії (профілограми), що характеризує нерівність поверхні. Опрацювання профілограми здійснюють графоаналітичним способом. Принцип роботи полягає в послідовному обмацуванні поверхні голкою, перпендикулярною до контрольованої поверхні, перетворенні коливань голки оптичним або електричним способом у сигнали, які записуються на світлочутливу плівку або папір. Часто профілограф використовують у шахтах для автоматизованого знімання і графічного запису поздовжнього профілю рейкової колії.

Збільшення запису вимірюваних висот нерівностей у вертикальному напрямі можливе в діапазоні від 400 до 200 000 разів. Горизонтальне збільшення здійснюється завдяки швидшому переміщенню паперу порівняно зі швидкістю переміщення голки (до 100 000 разів). Похибка вертикального збільшення для різних видів приладів від ± 5 до ± 10 %, а горизонтального – не більше ± 10 %. Прилад звичайно об'єднують з профілометром.

Далекомір – це прилад для вимірювання відстаней. Його використовують не тільки в маркшейдерії, а і в інженерній геодезії, під час топографічних знімань, у військовій справі, навігації, астрономічних дослідженнях, фотографії тощо. За принципом дії розрізняють оптичні й електрофізичні далекоміри

Оптичні далекоміри – вимірювання відстаней пов'язане з визначенням висоти h рівнобедреного трикутника ABC , наприклад, за відомою стороною $AB = l$ (базою) і гострим протилежним кутом β (так званим паралактичним кутом). За малих кутів β (виражених у радіанах) $h = l/\beta$. Одна з величин, зазвичай є сталою, а інша – змінною (вимірюваною). За цією ознакою розрізняють прилади з постійним кутом і з постійною базою. Нитковий далекомір з постійним кутом має зорову трубу з двома паралельними нитками в полі зору. Базою слугує переносна рейка з рівновіддаленими поділками. Вимірювана відстань до бази пропорційна до кількості поділок рейки,

видимих у зорову трубу між нитками. Нитковим далекоміром забезпечені геодезичні інструменти (теодоліти, нівеліри та ін.). Відносна похибка ниткового далекоміра $\sim 0,3\text{--}1\%$. Складніші оптичні далекоміри геометричного типу мають власну постійну базу. Вони бувають двох типів: монокулярні й біокулярні (стереоскопічні).

Електрофізичні далекоміри – ґрунтуються на зчитуванні й порівнянні сигналів, які передаються від об'єкта до приймача. Радіус дії таких далекомірів визначений потужністю сигналів і чутливістю приймального пристрою, що фіксує відбитий сигнал. Світлодалекоміри (електрооптичні далекоміри) бувають імпульсні й фазові. Імпульсні світлодалекоміри безпосередньо вимірюють проміжок часу t , за який світловий імпульс проходить подвоєну відстань. У фазових приладах використовують безперервний світловий потік зі штучно створеними високочастотними змінами його інтенсивності. У радіодалекомірах, зазвичай, використовують електромагнітні хвилі сантиметрового й міліметрового діапазонів. Серед них розрізняють імпульсні радіодалекоміри і з безперервним випромінюванням. З огляду на сильне поглинання й розсіювання світла і радіохвиль середовищами (рідинами і твердими тілами) світло- й радіодалекоміри застосовують тільки за атмосферних умов і в космічному просторі. Для визначення відстаней у товщі вод океанів і морів використовують акустичні, оскільки поглинання водою ультразвуку трохи менше.

Декліна́тор магнітний – прилад для вимірювання добових вагіацій магнітного схилення. Інколи його застосовують для підземних маркшейдерських знімачів (визначення магнітних азимутів сторін знімання).

Фототеодолі́т – інструмент, що складається з фотокамери й теодоліта і призначений для фотографування місцевості, кар'єрів, інженерних споруд та інших об'єктів з метою визначення їхніх розмірів, форми й положення. Для вивчення об'єктів, що швидко рухаються, використовують кінофототеодоліти, які дають змогу виконувати синхронне фотографування з кінців базису через малі проміжки часу.

Література: [4, 5, 34]

Питання для самоконтролю

1. Які є прилади для польових картографічних робіт?
2. Що таке *теодоліт*?
3. Для чого слугує нівелір?
4. Які є прилади для камеральних картографічних робіт?
5. Які є маркшейдерські прилади?
6. Які особливості фотограмметричного обладнання?
7. Який принцип роботи далекоміра?

Тема 13. ГЕОІНФОРМАЦІЙНЕ КАРТОГРАФУВАННЯ

13.1. Визначення ГІС

Геоінформаційне картографування – галузь картографії, що займається автоматизованим складанням і використанням карт на основі геоінформаційних технологій і баз географічних (геологічних, екологічних, соціально-економічних та ін.) знань.

Геоінформатика – наука, що поєднує теорію, методи і традиції класичної картографії й географії з можливостями і апаратом прикладної математики, інформатики й комп'ютерної техніки.

Географічна інформаційна система (ГІС) – система, що забезпечує збирання, зберігання, опрацювання, доступ, відображення й поширення просторово координованих даних.

Інформація в ГІС зберігається у вигляді набору окремих тематичних шарів, які об'єднані на основі їхнього географічного положення. Цей підхід та можливість геоінформаційних систем працювати як з векторними, так і з растровими моделями даних, ефективні в разі розв'язування задач, які стосуються просторової інформації.

Для ГІС характерні такі особливості:

- 1) розвинуті аналітичні функції;
- 2) можливість керувати великими обсягами даних;
- 3) інструменти для введення, оброблення й відображення просторових даних.

Переваги геоінформаційних систем такі:

- 1) зручне для користувача відображення просторових даних (дво- і тривимірні картографічні зображення);
- 2) інтеграція даних усередині організації (об'єднання даних, зібраних різними підрозділами окремої компанії або різними галузя-

ми господарства цілого регіону; використання накопичених даних, їхня інтеграція в єдиний інформаційний масив);

- 3) прийняття обґрунтованих рішень (автоматизація процесу аналізу й побудови звітів про будь-які просторові процеси й явища);
- 4) це зручний і швидкий засіб для створення карт (оптимізація й автоматизація процесу розшифрування даних космо- та аерознімань).

Складові геоінформаційних систем:

- 1) кваліфікований персонал (розробники, адміністратори, аналітики, користувачі та ін.);
- 2) апаратні засоби (техніка: монітор, комп'ютер тощо);
- 3) програмне забезпечення (функції й інструменти, необхідні для збереження, аналізу й візуалізації просторової інформації);
- 4) аналітичні методи (просторовий аналіз);
- 5) набір даних (просторова й дискретна інформація).

Здійснювані операції:

- 1) уведення даних – у ГІС автоматизовано процес створення цифрових карт, що суттєво скорочує терміни технологічного циклу;
- 2) управління даними – збереження просторових і атрибутивних даних для їхнього подальшого аналізу й опрацювання;
- 3) запити й аналіз даних – запити про властивості об'єктів, розташованих на карті, автоматизація процесу комплексного аналізу (порівняння значної кількості параметрів для отримання відомостей чи прогнозування явищ тощо);
- 4) візуалізація даних – зручне представлення просторових даних, що впливає на якість і швидкість їхнього аналізу (звіти про стан об'єктів можна будувати у вигляді графіків, діаграм, тривимірних зображень).

13.2. Застосування ГІС

Нині у світі розроблені й використовуються сотні різноманітних ГІС-пакетів, а на їхній базі створено десятки тисяч ГІС-систем. Сфера використання ГІС – не тільки географія, а й різноманітні галузі промисловості та форми управління (підприємства, військові відомства, наукові й освітні заклади тощо).

ГІС мають досить широкую сферу застосування – їх застосовують скрізь, де використовують територіально розподілену інформацію.

цію і потрібно виконати територіальний аналіз, зробити оцінку чи прогноз (табл. 1.13.1).

Таблиця 1.13.1

Приклади використання ГІС

Галузь/ сфера діяльності	Сфера застосування
Адміністративно-територіальне управління	- міське планування і проєктування об'єктів; - ведення кадастрів інженерних комунікацій, земельного, містобудівного, зелених насаджень; - прогнозування надзвичайних ситуацій; - управління транспортними потоками міського транспорту;
Телекомунікації	- транкінговий і стільниковий зв'язок, традиційні мережі; - стратегічне планування телекомунікаційних мереж; - вибір оптимального розташування антен, ретрансляторів; - визначення маршрутів прокладки кабелю; - моніторинг стану мереж; - оперативне диспетчерське управління;
Інженерні комунікації	- оцінка потреб у мережах водопостачання й каналізації; - моделювання наслідків стихійних лих; - проєктування інженерних мереж; - моніторинг стану інженерних мереж і запобігання аваріям;
Транспорт	- авто-, авіа-, залізничний, водний транспорт; - управління транспортною інфраструктурою, парком рухомих засобів, логістика; - оптимізація маршрутів і аналіз вантажопотоків;
Нафтогазовий комплекс	- геологічна розвідка і польові розшукові роботи; - моніторинг режиму роботи нафто- і газопроводів; - проєктування магістральних трубопроводів; - моделювання й аналіз наслідків аварійних ситуацій;
Екологія	- оцінка і моніторинг стану природного середовища; - моделювання екологічних катастроф і аналіз наслідків; - планування природоохоронних заходів;
Сільське господарство	- планування обробітку сільськогосподарських угідь; - облік землевласників і орних земель; - оптимізація транспортування сільськогосподарських продуктів і мінеральних добрив.

13.3. Класифікація ГІС

ГІС класифікують за такими ознаками (табл. 1.13.2):

- за призначенням – залежно від цільового використання;

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

Таблиця 1.13.2

Класифікація ГІС

ГІС	Приклади
За призначенням	
Багатоцільові	регіональні ГІС, призначені для розв'язання спектра завдань, пов'язаних з регіональним керуванням
Спеціалізовані	<ul style="list-style-type: none"> - інформаційно-довідкові; - моніторингові; - інвентаризаційні; - прийняття рішень; - дослідницькі; - навчальні.
За проблемно-тематичною орієнтацією	
Основні сфери застосування ГІС	<ul style="list-style-type: none"> - земельно-кадастрові; - екологічні й природокористування; - інженерних комунікацій і міського господарства; - надзвичайних ситуацій; - навігаційні; - соціально-економічні; - геологічні; - транспортні; - торгово-маркетингові; - археологічні; - військові та ін.
За територіальним охопленням	
Глобальні	<ul style="list-style-type: none"> - уся земна куля (Глобальний банк природно-ресурсної інформації, GRID) - значна частина планети (ГІС Європейського співтовариства CORINE)
Загальнонаціональні	територія всієї країни
Регіональні	частина території країни (економічний район, адміністративна область, група суміжних областей, басейн великої річки тощо)
Локальні	населений пункт, район міста, село тощо

13.4. Сучасні програмні продукти ГІС

Програмні продукти компанії ESRI (США), відомого виробника програмних засобів ГІС, представлені родиною спеціалізованих програмних пакетів ArcGIS (табл. 1.13.3).

У складі **ArcGIS** є низка інтегрованих програмних продуктів, які призначені для розроблення й експлуатації геоінформаційних систем різного рівня складності та геоінформаційного забезпечення і розв'язання завдань, які пов'язані з використанням просторової інформації (включно з польовими зніманнями й роботою в комп'ютерних мережах, зокрема, мережі Інтернет).

Продукти родини ArcGIS (ArcView, ArcEditor, ArcInfo) об'єднує загальна архітектура й інтерфейс; базові додатки – ArcMap (вирішення картографічних завдань), ArcCatalog (доступ і управління просторовими даними в локальній мережі або через Інтернет) і ArcToolbox (опрацювання просторових даних), вони розрізняються за функціями, кількістю інструментів опрацювання просторових даних і просторового аналізу.

Пакет ArcIMS (Internet Map Server) забезпечує можливість публікації карт, даних і метаданих в Інтернеті. ArcGIS Server – серверний додаток, призначений для спільного використання просторової інформації необмеженою кількістю користувачів; дає змогу створювати розподілені багатоярусні інформаційні системи.

Таблиця 1.13.3

Програмні продукти ГІС

Компанія	Продукт
ESRI (США)	ArcGIS
Intergraph Corp. (США)	- MGE (Modular GIS Environment) - GeoMedia
Autodesk Inc. (США)	AutoCAD
Bentley Systems, Inc. (США)	MicroStation
НВП “Геосистема” (Україна)	Digitals
НВП “КРИВБАСАКАДЕМІНВЕСТ” (Україна)	K-MINE

Ще одним із відомих виробників програмного забезпечення ГІС є Intergraph Corp. (США). До основних розробок цієї фірми належать програмні продукти MGE і GeoMedia.

MGE (Modular GIS Environment) – це багатогалузеве модульне середовище ГІС. Нині розроблено понад 60 програмних модулів, що надають засоби створення й супроводу ГІС-проектів, аналізу просторової інформації, виведення й відображення електронного картографічного матеріалу.

GeoMedia розроблено в рамках проекту створення графічних технологій нового покоління “Jupiter”. Цей програмний продукт містить пакети GeoMedia, GeomediaPro і GeoMediaWebMap.

Родина продуктів GeoMedia забезпечує високу технологічність усього циклу створення засобів АМ/FM/GIS (Автоматизоване картографування / Керування устаткуванням / Географічні інформаційні системи), дає змогу в стислий термін створити систему кінцевого користувача й забезпечити її швидке впровадження.

Компанія Autodesk Inc. (США) є основним постачальником програмного забезпечення для систем автоматизованого проектування (САПР/CAD) і засобів мультимедіа на персональних комп’ютерах.

AutoCAD є основним програмним продуктом Autodesk, на основі якого побудовані десятки додатків. AutoCAD є першою системою креслення для персональних комп’ютерів. У процесі вдосконалення пакету створено велику кількість основних і проміжних версій для DOS і Windows. На базі AutoCAD представлена лінійка продуктів, що має всі необхідні інструментарії для створення ГІС: Autodesk Map 3D, Civil 3D, Raster Design, Design Review, Map Guide, Topbase, Autodesk Map 3D.

Компанія Bentley Systems, Inc. (BSI) (США) є розробником пакета автоматизованого проектування **MicroStation**. Родина MicroStation складається з багатьох програмних продуктів, об’єднаних єдиним концептуальним підходом та інтегрованих з базовим програмним продуктом.

Світова тенденція інтеграції рішень у сфері ГІС спонукала до створення **Open GIS Consortium (OGC)**. Це авторитетна неурядова міжнародна організація Консорціум відкритих ГІС. Нині до консорціуму входить понад 220 комерційних організацій, які мають відношення до розробки ГІС або використовують географічну інформацію для своїх цілей. Метою OGC є світ, у якому кожна людина має змогу користуватися перевагами, що їх надає доступ до просторової інформації й послуг на її базі. Серед завдань OGC – розробка

специфікацій інтерфейсів для роботи з просторовими даними і надання їх усім зацікавленим особам. Продукти й послуги, розроблені з урахуванням специфікацій OGC, мають можливість вільно обмінюватися просторовою інформацією незалежно від типу використаної мережі, характеру додатків чи платформи.

Українські геоінформаційні системи

DigitalS – це програмне забезпечення від державного науково-виробничого підприємства (НВП) “Геосистема” (м. Вінниця), єдиного в Україні підприємства з виготовлення й гарантійного обслуговування аерофотознімальних і фотограмметричних приладів. Підприємство підпорядковане Державній службі України з питань геодезії, картографії та кадастру Міністерства розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України.

Програма призначена для створення, редагування й перегляду топографічних і спеціальних карт, друку топографічних карт згідно з вимогами вітчизняних нормативних документів до умовних знаків, забезпечення робіт з землеустрою, ведення міського й земельного кадастрів. Програма DigitalS є основою програмного забезпечення цифрової фотограмметричної станції “Дельта”, яка організує весь процес опрацювання аерофотознімків – від тріангуляції й урівнювання до видачі оформлених карт, ортофотопланів і ортофотокарт.

НВП “КРИВБАСАКАДЕМІНВЕСТ” є розробником власного програмного забезпечення у сфері комплексної автоматизації підприємств і ГІС у галузі видобутку корисних копалин. Компанія розробила й успішно впроваджує свою розробку *K-MINE* на підприємствах Криворізького басейну. Перевагою цієї системи є те, що вона містить великий комплекс програмних модулів, що дає змогу вирішувати широкий спектр завдань (підготовку даних для створення цифрових моделей, вирішення технологічних і оптимізаційних завдань з випуском звітної документації тощо). Галузі застосування системи: гірничі роботи (відкритим і закритим способами); побудова генпланів підприємств для управління геопромисловими територіями; топографічні знімання поверхонь і геодезичні дослідження; проектування меж кар’єрів і відвалів, шахтних полів, об’єктів будівництва, транспортних магістралей і мереж; проектування систем інженерних комунікацій; створення й ведення державних кадастрів

(земельного, міського, містобудівного тощо); спостереження за деформаціями земної поверхні, будинків, споруд, комунікацій тощо.

Література: [1, 34, 54]

Питання для самоконтролю

1. Дайте визначення ГІС, розшифруйте цю аббревіатуру.
2. Розкрийте суть геоінформатики, ГІС і картографії.
3. Назвіть складові геоінформаційної системи.
4. Наведіть галузі сучасного застосування ГІС.
5. Дайте характеристику сучасним ГІС-продуктам.

Тема 14. КАРТОГРАФІЧНІ РЕСУРСИ Й СЕРВІСИ ІНТЕРНЕТУ. ГЕОПОРТАЛИ

14.1. Цифрові картографічні ресурси

Картографічний ресурс – будь-який матеріальний носій із зафіксованою на ньому геопросторовою інформацією, що передбачає збереження, використання й передачу в просторі й часі даних, отриманих унаслідок топографо-геодезичної й картографічної діяльності.

Сучасним поширенням традицій класичного картографування на галузь комп'ютерних технологій є цифрове картографування.

Цифрова (електронна) карта – це один із видів інформаційної системи, що має власну структуру. Нині доступні програмне забезпечення й вихідні дані, які дають змогу створювати різноманітні зображення, що мають з картами тільки спільну координатну основу. Цифрове картографування витісняє традиційні форми передачі геоінформації завдяки загальнодоступності, гнучкості, швидкій передачі й оновленню геоданих, економії видатків на друк, перевезення та реалізацію паперових носіїв тощо.

Популярності набувають анімовані зображення на основі серій послідовно відображених електронних карт (наприклад, за допомогою цього методу відображають процеси поширення атмосферних циклонів і антициклонів, забруднення в повітряному або водному середовищі, поширення сейсмічних хвиль у літосфері тощо).

У мережі Інтернет є такі групи зображень з геопросторовою інформацією:

- 1) статичні зображення (карти);

- 2) атласи, знімки в цифровому форматі;
- 3) інтерактивні зображення, які складають і оновлюють за запитом користувачів;
- 4) картографічні анімації, фільми, мультимедіа, віртуальні моделі;
- 5) карти, атласи, знімки в ГІС.

Електронний атлас – це картографічний твір, функціонально подібний до цифрових карт; часто супроводжується програмним забезпеченням типу картографічних браузерів. Окрім картографічних зображень, електронні атласи часто містять текстові коментарі, табличні дані (атрибути), мультимедійні зображення (анімації, відеофільми, звуковий супровід тощо), зазвичай забезпечені довідково-пошуковими системами. Електронні атласи поширюють на компакт-дисках. Видання й розповсюдження електронних атласів менш вартісне, порівняно з паперовими, що дає змогу забезпечити організації різного типу, у тім числі школи, якісним набором картографічних матеріалів для широкого використання.

Типи електронних атласів:

- 1) атласи тільки для візуального перегляду (так звані в'юерні атласи);
- 2) інтерактивні атласи (є можливість змінювати оформлення, способи зображення, збільшувати/зменшувати (масштабувати) зображення, отримувати паперові копії карт тощо);
- 3) аналітичні атласи (дають змогу комбінувати й порівнювати карти, проводити кількісний аналіз, оцінку тощо) (ГІС-атласи);
- 4) атласи, розміщені в комп'ютерних комунікаційних мережах (Інтернет-атласи).

Види інформаційних шарів картографічних зображень комплексних електронних атласів:

- 1) багатофункціональні базові шари (використовують для багатьох карт);
- 2) аналітичні й синтетичні шари з конкретної тематики;
- 3) оперативно поновлювані тематичні шари.

Картографічні веб-ресурси. Один із способів веб-картографування – це створення віртуальних картографічних творів на основі карт, що містяться в Інтернет-мережі, і окремих картографічних

шарів, знімків, анімацій, інших геозображень, статистичних даних тощо.

Розрізняють такі способи пошуку картографічних джерел в Інтернет-мережі:

- 1) графічний (картографічний) – на екран виводиться карта світу, і користувач послідовно вказує континент, країну, регіон, місто тощо;
- 2) тематичний – інформаційні ресурси згруповані за видами й темами так, що можна, наприклад, викликати знімки, анімації або історичні туристські, дорожні карти;
- 3) текстовий – швидка навігація у сфері, що цікавить користувача, за допомогою текстового меню;
- 4) пошуковий – пошук потрібного зображення за ключовими словами;
- 5) газетир – повні списки документів за кожним континентом або регіоном.

Приклади картографічних веб-ресурсів. На базі сучасних веб- та геоінформаційних технологій ПрАТ “Інститут передових технологій” в Україні створило Інтернет-ресурс OSVITANET. Цей навчально-методичний ресурс містить інтерактивні версії навчальних атласів і контурних карт з природознавства, географії й історії (понад 650 карт і 1 500 ілюстрацій та тестів).

МЕТА. Мапи України – це інтерактивна топографічна карта України. Містить детальні карти Києва, Львова, Харкова, Криму, Донецька, Дніпра, Запоріжжя, Одеси та ін. Цей веб-ресурс створено на базі українського пошукового порталу МЕТА.

Відомим глобальним веб-ресурсом, на якому розміщено різну картографічну інформацію про держави світу й їхні міста, є веб-ресурс “Google Планета Земля” (“Google Earth”). Технології й програмне забезпечення цього веб-ресурсу дають користувачам змогу отримувати, опрацьовувати, зберігати, архівувати наявні дані.

14.2. Геопортали Інтернету

Геопортал (Geoportal) – це тип веб-ресурсу, який використовують для пошуку й доступу до географічної інформації та пов’язаних географічних послуг за допомогою Інтернету. Геопортал є певним каталогом геоданих (картографічної й описової інформації), який супроводжується базовими або розширеними можливос-

тями геоінформаційних систем (перегляд, редагування, аналіз просторових даних) і доступний користувачам через веб-браузер.

Геопортали стали загальноприйнятною платформою для створення національних *інфраструктур просторових даних* – інформаційно-телекомунікаційних систем, що забезпечують доступ громадян, суб'єктів господарювання, органів державної й муніципальної влади до розподілених ресурсів просторових даних, а також поширення й обміну даними в загальнодоступній глобальній інформаційній мережі з метою підвищення ефективності виробництва й використання.

Просторові метадані (геометадані) є даними просторової інформації у вигляді стандартизованого набору відомостей про характерні властивості окремих об'єктів, доступні для пошуку, оцінки й перегляду на геопорталах.

Крім візуалізації за допомогою геопорталів можна визначити координати просторових об'єктів, підрахувати їхню площу чи периметр, прокласти маршрут або видрукувати карти.

Глобальні геопортали. ArcGIS Online є глобальним геопорталом, який дає змогу створювати карти з новими засобами візуалізації геоданих, використовувати інструменти просторового аналізу, публікувати карти тощо.

Global Earth Observation System of Systems (GEOSS) – це набір скоординованих незалежних систем спостереження за Землею, інформації й обробки, які взаємодіють і забезпечують доступ до різноманітної інформації широкому колу користувачів як у державному, так і в приватному секторах. GEOSS пов'язує ці системи для посилення моніторингу стану Землі.

Геопортал GEOSS пропонує єдину точку доступу до Інтернету для користувачів, які шукають дані, зображення й аналітичні програмні пакети, що стосуються всіх частин земної кулі. Для користувачів з обмеженим доступом до Інтернету (або за відсутності такого) інформація доступна через мережу телекомунікаційних супутників “GEONETCast”.

Міжнародний геопортал – геопортал країн ЄС INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in the European Community) дає змогу проводити моніторинг наявності наборів даних INSPIRE; виявляти відповідні набори даних на основі їхніх описів (метаданих);

надає доступ до вибраних наборів даних через їхній перегляд або послуги завантаження.

Національні геопортали. Нині практично всі розвинені країни Європи, Америки й Азії мають національні геопортали.

Перший великий геопортал створено в США наприкінці 1990-х років під керівництвом федерального комітету з геоданих (Federal Geospatial Data Committee – FGDC) у рамках розвитку національної інфраструктури просторових даних NSDI Clearinghouse Network.

Le Géoportail – французький геопортал, метою якого є полегшення доступу до довідкової географічної інформації. Портал є відкритим і регулярно поповнюється новими публічними даними. Le Géoportail полегшує доступ до географічної довідкової інформації з офіційних джерел на території Франції. Він відповідає як на прості запити щодо локалізації (пошук ділянки, адреси тощо), так і потребам у спільній візуалізації інформації на території.

Geoportall Infrastruktury Informacji Przestrzennej (Геопортал інфраструктури просторової інформації) – польський геопортал, головною метою якого є поліпшення конкурентоспроможності підприємств наданням Інтернет-підприємцям послуг на основі геопросторових даних, включно з кадастровими даними й метаданими.

Регіональний геопортал Geoportall Bayern (Геопортал Баварія) є ресурсом просторових даних та застосувань інфраструктури просторових даних Баварії (Німеччина). Портал пропонує можливість пошуку георесурсів від різних постачальників даних у Баварії (державна адміністрація, муніципалітети, компанії, приватні особи). Геодані від кількох постачальників інтегровані в BayernAtlas (програма перегляду карт геопорталу) або в окремо сформовану користувачем систему ГІС.

Спеціалізований (або тематичний) геопортал з контролю викидів вуглекислого газу в США NatCarb. Метою цього геопорталу (та однойменного атласу) є забезпечення скоординованого оновлення інформації щодо викидів CO₂ у Сполучених Штатах та інших частинах Північної Америки.

The United Nations Spatial Data Infrastructure (UNSDI) (Інфраструктура просторових даних ООН) є інституційним і технічним порталом для встановлення системної узгодженості обміну й застосування геопросторових даних та інформації для діяльності ООН та

підтримки діяльності з розвитку SDI (Інфраструктура просторових даних) у країнах-членах.

14.3. Поняття про геоматику. Ландмарки

Геоматика (від франц. *géomatique – traitement informatique des données géographiques* – комп'ютерна обробка географічних даних) – це прикладна галузь знань, що поєднує геодезичні вимірювання з комп'ютерними інформаційними технологіями опрацювання й подання результатів, зокрема, з геоінформаційними системами. Згідно з іншим визначенням, геоматика є галуззю, що складається з продуктів, послуг та інструментів, які беруть участь у збиранні, інтеграції й управлінні географічними даними. Як прикладна наука, геоматика передбачає комплексний підхід до вимірювання, аналізу, управління й відображення географічних та інших просторових даних.

Геоматика використовує інструменти й методи, застосовувані в геодезії, дистанційному зондуванні, картографії, геоінформаційних системах, супутникових системах глобального позиціонування (GPS, ГЛОНАСС, Галілео, Компас), фотограмметрії, геофізиці, картографії й суміжних формах картографування Землі.

Серед напрямів геоматики є моніторинг за географічними й туристичними місцями – **ландмарками**. Ключовим завданням таких досліджень є термінологічне обґрунтування комплексу геомаркерів, геодезичних і географічних знаків, класифікація ландмарків, їхня типізація, кореляційний аналіз тощо.

Ландмарк (від нім. *land* – земля, територія, ділянка та *mark* – знак, маркер, споруда, у дослівному перекладі – орієнтир) – це антропогенний геопросторово координований об'єкт, який домінує в ландшафті, виокремлений зі складу інших будівель чи споруд і використовується як *навігаційний орієнтир*. Іншими словами, ландмарк – це будівля або місце, яке легко впізнати, особливо таке, за яким можна судити про те, де ви перебуваєте (наприклад, Гібралтарська скеля є одним з найвідоміших ландмарків Європи). Серед ландмарків можуть бути знаки початку географічних зон, території активних туристичних дестинацій, центри чи знаки державної планово-висотної мережі, пам'ятки історії геоінженерії, картографії, геодезії, навігації, астрономії, комплексу географічних, технічних та

інших наук. Звичайно такі об'єкти охороняє держава або їх внесено до переліку об'єктів Світової культурної спадщини ЮНЕСКО.

Історія вихідних геодезичних і координатних датумів (датум – набір параметрів еліпсоїда, референц-еліпсоїда або квазігеоїда, зафіксований у певний момент часу) сягає стародавніх часів. Першими реперами у світі були піраміди в Гізі (Єгипет), мегалітичні астрономічні обсерваторії Стоунхенджа (Велика Британія), комплекси астрономічних спостережень Боснійських пірамід, астрокаменів у Вірменії. У Києві першими метричними ландмарками були копці Києво-Печерської лаври; умовним відліковим знаком “початку землі Руської” є камінь у подвір'ї Національного історичного музею в Києві.

Супутникові ландмарки (NGSS/GPS) уже витіснили традиційні розпізнавальні стовпи, піраміди-штативи, віхи, тури тощо. Вони фактично стали пам'ятками історії геодезії, топографії, астрономії та всіх геоінжинірингових наук і потребують збереження, консервації й охорони (наприклад, пункти Дуги Струве).

Література: [4, 34, 43, 44, 54–56, 59–62]

Питання для самоконтролю

1. Дайте визначення *картографічного ресурсу*.
2. Чим відрізняється геопортал від картографічного ресурсу?
3. Які сучасні за тематикою геопортали ви знаєте?
4. Які геопортали можна вважати туристичними?
5. Що таке *геоматика*?
6. Наведіть визначення терміна *ландмарк*.

Тема 15. ГЛОБАЛЬНІ НАВІГАЦІЙНІ СУПУТНИКОВІ СИСТЕМИ

15.1. Поняття про наземну й супутникову навігацію

Навігація (від лат. *navigare* – орієнтуватись) – це один із розділів науки про судноводіння. Основним завданням навігації є вибір найвигіднішого шляху провадження по ньому судна і постійний контроль за місцем його розташування за допомогою навігаційних приладів, астрономічних засобів і радіонавігаційних систем.

Наземна навігація. LORAN – радіонавігаційна система наземного базування, яку використовували армії США й Великої Бри-

танії під час другої світової війни. Це гіперболічна радіонавігаційна система, яка давала змогу приймачеві визначати місце розташування пеленгацією низькочастотних радіосигналів, що їх передавали стаціонарні наземні радіомаяки. Через десятиліття СРСР у відповідь увів в експлуатацію навігаційну систему “Чайка”, яка працювала на радіомаяках; її використовують досі.

Серед недоліків наземної навігації зазначимо такий: нерівності земної поверхні і вплив іоносфери негативно позначаються на часі передачі сигналу. Якщо між навігаційним радіомаяком і судном занадто велика відстань, то похибка визначення координат може становити кілометри.

Супутникова система навігації (англ. GNSS – Global Navigation Satellite System) є комплексною електронно-технічною системою, що складається з сукупності наземного й космічного обладнання і призначена для позиціонування в просторі (місцезнаходження в географічній системі координат) і часі та визначення параметрів руху (швидкості, напрямку та ін.) для наземних, водних і повітряних об’єктів.

Навігаційні супутники Землі є штучними супутниками нашої планети, що входять до складу навігаційних супутникових систем і призначені для оперативного визначення координат і навігаційних параметрів транспортних засобів та інших об’єктів.

15.2. Принцип роботи супутникової системи навігації

Сучасна супутникова навігація ґрунтується на використанні вимірювань відстані між навігаційним супутником і користувачем. Це означає, що інформація про координати супутника, надана користувачеві, міститься й у навігаційному сигналі. Спосіб вимірювання відстані ґрунтується на розрахунках затримки часу прийому сигналу порівняно з сигналами, що їх генерує обладнання користувачів. Основний принцип супутникової навігації: навігаційний супутник передає радіонавігаційні сигнали безперервно під контролем супутникового годинника, а приймач користувача отримує навігаційні сигнали щонайменше з чотирьох супутників.

Позиціонування в мережі GPS проводять вимірюванням відстані від приймача до декількох супутників, місце розташування яких в заданий момент часу точно відомо. Відстань до супутника визначають добутком затримки сигналу на швидкість світла.

Зв'язок з першим супутником надає інформацію тільки про сферу можливих розташувань приймача; перетин двох сфер дає окружність, трьох – дві точки, а чотирьох – єдину вірну точку на карті. Як одну зі сфер часто використовують Землю, що дає змогу визначити місце розташування за трьома супутниками замість чотирьох. Теоретично точність позиціонування GPS може досягати 2 м (на практиці ж похибка значно більша).

Кожен супутник відправляє приймачеві великий набір інформації: точний час і його поправку, альманах, дані ефемерид, параметри йоносфери. Сигнал точного часу потрібен для вимірювання затримки між відправкою сигналу і його прийомом. Навігаційні супутники оснащені високоточними цезієвими годинниками, тоді як приймачі – менш точними кварцовими. Саме тому для перевірки часу потрібен контакт з додатковим (четвертим) супутником.

Цезієвий годинник додатково зв'язують з розміщеним на землі водневим годинником. Для кожного супутника в центрі управління системою навігації індивідуально обчислюють поправку часу, яку згодом разом з точним часом відправляють до приймача.

Важливою складовою системи супутникової навігації є альманах – це таблиця параметрів орбіт супутників, обчислених на місяць уперед.

Супутники передають індивідуальні дані ефемерид, на підставі яких обчислюють відхилення орбіти; у цьому разі беруть до уваги затримку сигналу в йоносфері.

Передачу даних у мережі GPS ведуть у вузькому частотному діапазоні, що дає змогу забезпечити високу стійкість перед перешкодами передачі сигналу.

15.3. Приклади супутникових навігаційних систем

Супутникові навігаційні системи спочатку використовували для військових потреб. Першу з них – Transit (або NAVSAT) – створено у США 1964 р. Вона складається з шести супутників, розташованих на близьких до колових полярних орбітах з висотою 1 000–1 100 км і періодом обертання 106–107 хв., а також мережі наземних станцій стеження і введення даних. Для визначення місця розташування в цій системі застосовують доплерівський інтегральний метод. Середня квадратична похибка визначення місця стаціонарного об'єкта становить 12–28 м.

Ще одна система навігації – NAVSTAR, згодом перейменована в GPS (Global Positioning System). У середині 1980-х рр. технологію GPS почали використовувати цивільні кораблі й літаки. Останній, 24-й супутник GPS, який був необхідний для повного покриття поверхні Землі, запущено 1993 р.

Технологія ГЛОНАСС (Глобальна навігаційна супутникова система) є радянською альтернативою системі позиціонування. Двадцять четвертий супутник ГЛОНАСС вийшов на орбіту 1995 р.

GPS і ГЛОНАСС нині використовують 31 супутник (24 основних і сім резервних). Ці системи взаємозамінні й широко вживані в мирних цілях. Сучасні навігаційні супутники літають на висоті близько 20 тис. км і за добу встигають двічі облетіти Землю.

GALILEO – це Європейська глобальна супутникова навігаційна система, що містить космічний сегмент із 30 супутників: 27 звичайних і три – з експлуатаційними запчастинами на орбіті. Супутники виведені на кругові геоцентричні орбіти заввишки 23 222 км (або 29 600 км від центру Землі).

BeiDou (BDS, стара назва Compas) є регіональною супутниковою навігаційною системою, що належить і експлуатується Китайською Народною Республікою. Нині Китай розширює систему, щоб забезпечити глобальне покриття 35-ма супутниками.

IRNSS (операційна назва NavIC) – регіональна супутникова система навігації, що належить уряду Індії. Це автономна система, призначена для охоплення Індійського регіону та 1 500 км навколо материкової частини Індії. Система складається з семи супутників.

QZSS (квазізенітна супутникова система) є регіональною супутниковою навігаційною системою, що належить уряду Японії; нею управляє QZS System Service Inc. (QSS). QZSS доповнює GPS для поліпшення покриття в Східній Азії й Океанії. Японія планує створити оперативну групу з семи супутників для автономної роботи до 2023 р.

15.4. Портативні навігатори

Нині портативні супутникові навігатори використовують для орієнтування на місцевості як альтернативу традиційним компасу і карті. Такі прилади оснащені вологозахисним й ударостійким корпусом і екраном, забезпечені чутливими приймачами супутникового сигналу GPS і ГЛОНАСС. Для передачі стабільного сигналу на-

вігатори здатні працювати одночасно в обох стандартах. Суттєвим недоліком є залежність від додаткових джерел живлення.

GPS-навігатори **Garmin** – сучасні прилади, яким притаманні точність і безперебійність функціонування. Переваги цих навігаторів: компактність; взаємодія з більш ніж 20-ма супутниками; упродовження карт електронного типу і встановлення карти пам'яті; можливість відредагувати карту місцевості під запити й параметри користувача; здатність працювати від 20 год до трьох діб без підзарядки тощо.

GPS-навігатори **PRESTIGIO** підходять для експлуатації авто-власниками й туристами. Є декілька груп цих навігаторів, що обов'язково потрібно брати до уваги. Переваги таких навігаторів: компактні габарити; відображення наявних об'єктів (розташування закладів харчування, кемпінгів тощо, інформація про стан доріг); двоядерний процесор, який забезпечує великий об'єм пам'яті; наявність візуалізації в 3D та ін.

GPS-навігатори **Lowrance** підходять для риболовлі, туризму, човнового спорту й пересування автошляхами. Цим навігаторам притаманні компактні габарити, деталізація відображення об'єктів, хороша візуалізація тощо.

Навігатори на планшетах і смартфонах. Більшість сучасних смартфонів має вбудовані GPS-передавачі. За допомогою смартфона як навігатора можна швидко прокласти маршрут, знайти найближчий об'єкт, визначити місце розташування тощо. Використання смартфона як навігатора можливе завдяки роботі різних програм і додатків. Вони бувають двох видів: он-лайн (наприклад, Google-навігатор) і оф-лайн (Navitel). Перший варіант вимагає обов'язкового підключення до Інтернету. Оф-лайн-навігатори можна використовувати і в разі вимкненого Інтернету. Уся інформація про місце розташування міститься у внутрішній пам'яті смартфона.

Щоб використовувати навігатор на смартфоні, потрібно переконатися, що увімкнені GPS-передавачі. **Android** підтримує такі додатки-навігатори: Navitel; 2gis; iGo. Операційна система **iOS** підтримує такі навігатори, як Navitel, Navigon, CityGuide та ін.

Література: [4, 10, 34]

Питання для самоконтролю

1. Для чого призначені навігаційні системи?
2. Що означає *супутникова система навігації*?
3. У чому полягає відмінність між наземною й супутниковою системами навігації?
4. У чому полягає особливість роботи супутникової системи навігації?
5. Наведіть приклади глобальних і регіональних супутникових систем позиціонування.
6. Які особливості використання портативних навігаторів?

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ РОЗДІЛ

Лабораторна робота № 1 КАРТА, ЕЛЕМЕНТИ ЇЇ ОСОБЛИВОСТІ ЇЇ КОМПОНУВАННЯ

Мета роботи: ознайомлення студентів зі складовими елементами топографічної карти й картографічним зображенням змісту карти, математичною основою, легендою, допоміжним оснащенням, додатковими даними. Закріплення знань з теоретичних тем 3 і 4 (3.1–3.5; 4.2).

Теоретичні відомості

Карта – це зменшене зображення на площині всієї поверхні Землі або значної її частини, яке складено в прийнятій картографічній проєкції з урахуванням кривизни рівневої поверхні.

Топографічна карта є результатом топографічного вивчення земної поверхні. Це зменшене, узагальнене, математично визначене, пласке зображення ділянок суходолу чи шельфу, яке з мінімально можливими спотвореннями показує розміщення, стан і взаємозв'язки загальногеографічних складових (елементів) земної поверхні за допомогою загальноприйнятої системи умовних позначень. Отже, топографічна карта – це детальне зображення місцевості, яке дає змогу визначити як планове, так і висотне положення точок земної поверхні. Топографічні карти багатоаркушеві, причому кожен аркуш топографічної карти чи плану має закінчене оформлення (рис. 2.1.1).

План – це топографічне зображення місцевості без урахування кривизни поверхні землі.

Профіль місцевості – це зображений на площині вертикальний перетин поверхні місцевості в будь-якому напрямі, побудований за певними правилами. Профіль характеризує рельєф за вибраною лінією місцевості.

Серед основних **елементів оформлення карти** зазначимо такі: рамка аркуша, складові якої визначені математичною основою; координатна сітка; позарамкове оформлення (складається з елементів допоміжного оснащення й додаткових даних).

Рамка аркуша карти обмежує зображення ділянки місцевості та одночасно є, частково, допоміжним оснащенням, яке дає змогу

визначати планові координати точок на карті. Рамка карти є системою ліній, які оконтурюють увесь рисунок карти.

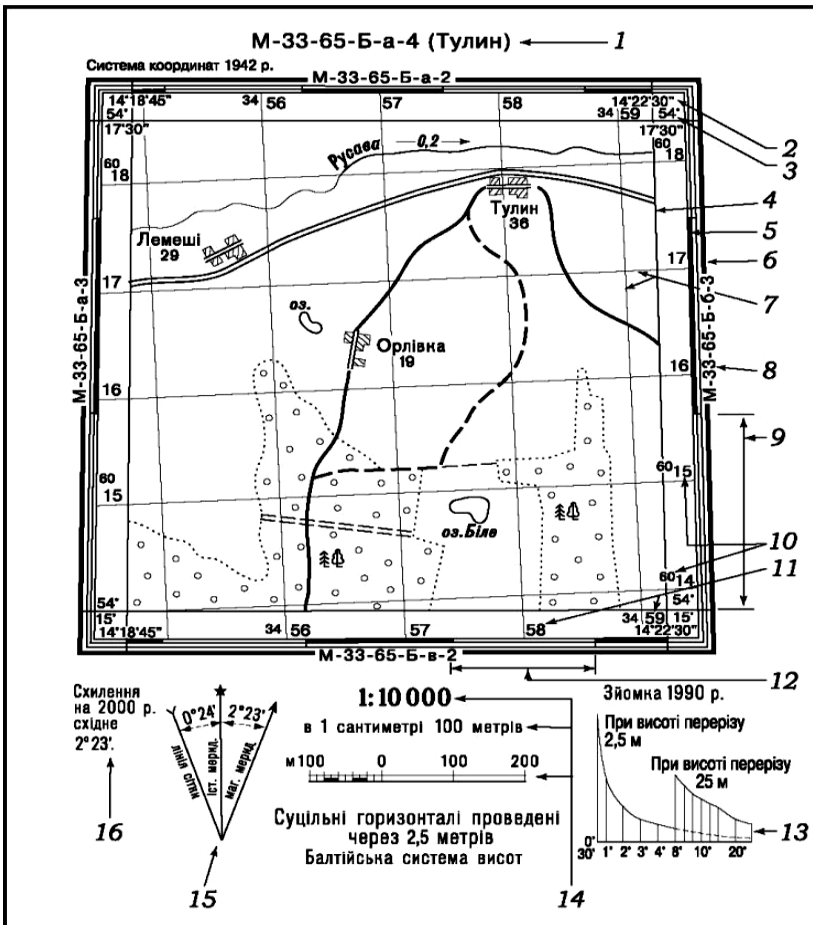


Рис. 2.1.1. Схематичне зображення аркуша топографічної карти:

1 – номенклатура аркуша; 2, 3 – географічні довгота й широта, відповідно, кута внутрішньої рамки; 4 – внутрішня рамка; 5 – мінутна рамка; 6 – зовнішня рамка; 7 – лінії координатної сітки; 8 – номенклатура суміжного аркуша; 9 – довжина однієї мінута за широтою; 10 – оцифрування горизонтальних ліній сітки; 11 – оцифрування вертикальних ліній сітки; 12 – довжина однієї мінута за довготою; 13 – графік закладання; 14 – масштаби; 15 – схема взаємного положення меридіанів; 16 – довідкові дані для визначення кутів орієнтування.

Звичайно рамка карти складається з внутрішньої й зовнішньої рамок. Вигляд рамок може бути різний, проте найчастіше використовують прямокутні і трапецієподібні (для складання топографічних карт) рамки. Бувають також колові й овальні (або еліптичні) рамки карти. Лист топографічних карт містить три рамки: внутрішню, мінутну і зовнішню (див. рис. 2.1.1).

Внутрішня рамка є замкнутою лінією, яка обмежує на карті картографічне зображення. Вона сформована відрізками паралелей (ліній рівних широт), які обмежують зображення місцевості з півночі й півдня, та відрізками меридіанів (ліній рівних довгот), які обмежують зображення зі сходу й заходу. У кутах карти на продовженні меридіанів зазначено їхню довготу, а на продовженні паралелей – широту.

Мінутна рамка є рамкою карти з двох близько розташованих між собою паралельних ліній, усередині яких указано виходи меридіанів і паралелей через певну кількість мінут. Кожна мінута довготи й широти поділена точками на шість частин, відстань між якими відповідає десяти секундам. Мінутна рамка розташована між внутрішньою й зовнішньою рамками карти.

Зовнішня рамка карти обмежує інші рамки, зокрема градусну (мінутну), і має, головню, художньо-декоративне призначення. Інколи допускають розрив зовнішньої рамки карти.

Крім сітки меридіанів і паралелей, на топографічних картах показана **прямокутна сітка координат X і Y** . Лінії прямокутної сітки проведені через інтервали, що відповідають цілій кількості кілометрів. Кожна лінія кілометрової сітки продовжена за поле карти, де підписані значення X і Y у кілометрах. Повні значення X підписують на крайніх, північній і південній лініях кілометрової сітки (наприклад, 6021 км), на проміжних лініях зазначені десятки й одиниці кілометрів (20, 21 і т. д.). Повне значення Y із зазначенням номера зони підписують біля крайніх західної і східної ліній кілометрової сітки (наприклад, 3459, де 3 – номер зони). У проміжку між крайніми лініями підписують десятки й одиниці кілометрів координати Y .

На топографічних планах нема ліній паралелей і меридіанів та мінутної рамки. Лінії сітки прямокутних координат проведені через 10 см. Їхні виходи за внутрішню рамку підписують у кілометрах

(для масштабів 1 : 5 000 і 1 : 2 000) або в метрах (для масштабів 1 : 1 000 і 1 : 500).

Позарамкове оформлення містить елементи допоміжного оснащення, а саме: номенклатуру аркуша і номенклатури суміжних аркушів (посередині лінії зовнішньої рамки в розриві з усіх чотирьох боків).

Над північною рамкою зазначено номенклатуру листа, а в дужках звичайно наводять назву найбільшого з показаних на карті населеного пункту. Під південною рамкою розміщені відомості про магнітне схилення для зображеної на карті території, середнє Гаусове зближення меридіанів, поправка до дирекційного кута для обчислення магнітного азимута, схема взаємного розміщення географічного (істинного), магнітного меридіанів і вертикальної лінії сітки (лінії, паралельної до осьового меридіану зони). Під південною рамкою листа карти зазначають масштаби карти (числовий, іменований і лінійний), висоту перетину рельєфу, систему висот, кількість метрів, через яку проведені суцільні горизонталі. Графік закладень розміщений під південно-східним кутом рамки.

Легенда – це сукупність умовних знаків і текстових пояснень карти (плану, малюнка та ін.), які розкривають її зміст. У легенді карти не тільки наводять усі умовні позначення, які є на карті, а й коротко й точно тлумачать їхній зміст (графіки, діаграми, пояснення тощо). Легенда карти відображає логічну основу картографічного зображення. Послідовність розміщення умовних знаків у легенді, їхнє підпорядкування, підбір зображувальних засобів відповідають наявним науковим класифікаціям об'єктів картографування і правилам, за якими розміщують елементи легенди.

Додаткові дані є елементами, тематично пов'язаними зі змістом основної карти, та доповнюють чи пояснюють його. До них належать додаткові карти (карти-врізки), профілі, розрізи, графіки, діаграми, фотознімки, рисунки, узагальнювальні кількісні показники, пояснювальні тексти тощо. Додатковими даними є також відомості про час створення, оновлення карти та її видання.

Додаткові карти мають інший, ніж основна карта, масштаб. У дрібнішому масштабі, зазвичай, наводять додаткову до змісту основної карти інформацію (наприклад, до фізичної карти можна додати карту природних зон) або показують розташування поданої на карті території щодо суміжних регіонів (наприклад, певна область на кар-

ті держави). У збільшеному масштабі додаткові карти дають детальніше зображення ділянки, характеристику якої неможливо навести на основній карті в потрібному обсязі.

Значення топографічних карт важко переоцінити – вони дають змогу вивчати місцевість без її безпосереднього спостереження і є тією основою, на якій відображають результати досліджень у геології, геофізиці та інших науках про Землю. На підставі топографічних карт складають вузькогалузеві карти (географічні, геологічні, екологічні тощо). Також топографічні карти використовують у державному плануванні, для проектування інженерних споруд, в організації експлуатації родовищ корисних копалин, під час проведення державного моніторингу компонентів довкілля тощо.

Додаткову інформацію див. у темі 3 (3.1).

Карті притаманні такі **властивості**: просторово-часова подібність, змістова відповідність, абстрактність, вибірковість і синтетичність, метричність, однозначність, безперервність, наочність і читаність, оглядовість, висока інформативність.

Серед **функцій** карти розрізняють комунікативну, оперативну, конструктивну, пізнавальну і прогностичну.

З метою проведення обліку карт, а також для збереження, пошуку необхідної інформації, яка є їхнім змістом, та вивчення особливостей власне карт розроблено певну систему **класифікації** картографічних творів. Зокрема, карти розрізняють за масштабом, тематикою, призначенням, практичною спеціалізацією тощо.

Детально про властивості, функції й класифікації карт див. у темі 3 (3.3–3.5).

Завдання

1. Обрати карту з “Комплексного атласу України”. Визначити всі її складові елементи, функції, за якою ознакою можна її класифікувати, призначення (виконують у письмовій формі).
2. Накреслити схему компонування карти в меншому, ніж карта, масштабі й позначити на ній виявлені елементи.

Література: [1, 4, 10, 23, 24, 29, 31, 32, 34, 46]

Контрольні питання

1. Дайте визначення карти.
2. Наведіть елементи карти.

3. У чому відмінність між внутрішньою й зовнішньою рамками карти?
4. Що належить до позарамкового оформлення карти?
5. Наведіть класифікацію карт за масштабом.
6. Наведіть класифікацію карт за тематикою.
7. Наведіть класифікацію карт за призначенням.
8. Наведіть класифікацію карт за практичною спеціалізацією.

Лабораторна робота № 2 **МАСШТАБИ ТОПОГРАФІЧНИХ КАРТ**

Мета роботи: ознайомити студентів з масштабом топографічної карти, його видами, графічним представленням; закріпити знання з теоретичної теми 4 (4.1).

Теоретичні відомості

Масштаб топографічної карти або плану – це співвідношення довжини лінії на карті (плані) до довжини горизонтальної проєкції відповідної лінії на місцевості. Це можна записати у вигляді формули (2.1):

$$M = l : s, \quad (2.1)$$

де M – масштаб; l – довжина відрізка прямої на карті; s – довжина відповідної йому лінії на місцевості.

Розрізняють такі види масштабів:

- числовий (наприклад, 1 : 25 000);
- іменований (наприклад, в 1 см – 250 м);
- графічний – лінійний і поперечний.

Масштаб зазначають під південною рамкою карти.

Числовий масштаб виражає абстрактне співвідношення відрізка прямої на карті та відповідної йому лінії на місцевості (рис. 2.2.1, а).

Числовий масштаб записують у вигляді дроби, у чисельнику якого одиниця, а в знаменнику – число, що виражає ступінь зменшення горизонтальних проєкцій ліній місцевості в разі зображення їх на карті. Завжди наводять у сантиметрах (см).

Наприклад: 1 : 1 000 000 – 1 см на карті відповідає 1 000 000 см на місцевості (ступінь зменшення – у 1 000 000 разів);

1 : 50 000 – 1 см на карті відповідає 50 000 см на місцевості;

1 : 100 – 1 см на карті відповідає 100 см на місцевості.



Рис. 2.2.1. Масштаби карти:

a – числовий; *б* – іменований; *в* – лінійний; *г* – поперечний.

Іменований (словесний) масштаб виражений повним найменуванням чисел, що позначають довжини взаємно відповідних відрізків на карті та в дійсності (див. рис. 2.2.1, *б*). Іменований масштаб показують у вигляді підпису: яка відстань на місцевості відповідає 1 см на карті.

Наприклад: в 1 см 1 км, або $1 : 1\,000\,00$;
в 1 см 500 м, або $1 : 500\,00$.

Графічні масштаби подають у вигляді графіків, призначених для безпосереднього переведення довжин відрізків, що їх вимірюють на карті, у відповідні довжини на еліпсоїді або на місцевості, вони полегшують і прискорюють вимірювання на карті.

На рис. 2.2.1, *в* показано лінійний масштаб, на рис. 2.2.1, *г* – поперечний. *Лінійний* масштаб показують прямою лінією, розділеною на рівні частини, з підписаними значеннями відповідних їм відстаней на місцевості. *Поперечний* масштаб – це графічний масштаб, який показують паралельними рівновіддаленими прямими, розділеними на рівні відрізки. Крайню ліву частину звичайно поділяють на 10 рівних частин, а точки поділу з'єднують похилими лініями, які називаються *трансверсали*.

Рівні відрізки, відкладені послідовно на прямих графічних масштабів, називають *основою* масштабу, наприклад, на рис. 2.2.1, *в* і 2.2.1, *г* ці відрізки позначені літерою *q*.

Частина крайньої лівої основи лінійного масштабу, отримана внаслідок його поділу на рівні відрізки, є *найменшою поділкою лі-*

нійшого масштабу. Її позначають літерою q' , і вона може дорівнювати $1/10$ основи (тоді $q' = 1/10 q$).

Найменша поділка поперечного масштабу – відрізок на другій знизу горизонтальній лінії графіка між перпендикуляром ОА і похилою лінією (трансверсаллю) ОВ (див. рис. 2.2.1, з). Отже, для нормального поперечного масштабу ця найменша поділка дорівнює $1/100$ основи, тоді як власне основа поділена на 10 частин, тобто, зазначені частини основи можна позначити як $1/10q$ та $1/100q$.

Точність масштабу – довжина горизонтальної проєкції лінії на місцевості, що відповідає 0,1 мм на карті.

Додаткову інформація за цією темою див. у темі 4 (4.1).

Завдання

Вправа 1. Визначити іменовані масштаби для числових (табл. 2.2.1).

Приклад відповіді:

Звести числовий масштаб до іменованого $1 : 5\,000\,000$.

1 см – 5 000 000 см;

1 см – 50 000 м (оскільки в 1 м 100 см);

1 см – 50 км (оскільки в 1 км 1 000 м).

Відповідь: в 1 см 50 км.

Таблиця 2.2.1

Вихідні дані для виконання вправ 1–4

Варіант	Для вправ 1 і 3		Для вправи 2	Для вправи 4	
	1	3		на карті, мм	на місцевості, м
1	1 : 50 000	1 : 30 000	в 1 см 15 м	29,6	740
2	1 : 20 000	1 : 1 500 000	в 1 см 2 км	34,3	1 715
3	1 : 25 000	1 : 5 000 000	в 1 см 40 км	9,8	1 960
4	1 : 40 000	1 : 25 000 000	в 1 см 50 км	49,4	988
5	1 : 60 000	1 : 200 000	в 1 см 500 м	126,4	3 160
6	1 : 30 000	1 : 20 000 000	в 1 см 2 500 м	18,2	728
7	1 : 1 500	1 : 250 000	в 1 см 50 м	28,1	562
8	1 : 5 000	1 : 3 000 000	в 1 см 100 м	36,6	7 320
9	1 : 10 000	1 : 2 000 000	в 1 см 1 500 м	71,9	1 438
10	1 : 75 000	1 : 300 000	в 1 см 10 км	55,4	1 662
11	1 : 1 000	1 : 4 000 000	в 1 см 20 км	43,4	2 170
12	1 : 15 000	1 : 50 000	в 1 см 150 км	17,2	4 300
13	1 : 7 500	1 : 750 000	в 1 см 25 км	34,8	696
14	1 : 90 000	1 : 150 000	в 1 см 1 км	26,4	660
15	1 : 80 000	1 : 10 000	в 1 см 250 км	22,5	1 125

Вправа 2. Визначити числові масштаби для іменованих (див. табл. 2.2.1).

Вправа 3. Визначити допустиму (межову) точність масштабів (див. табл. 2.2.1).

Вправа 4. Визначити масштаб карти за вимірним на ній відрізком і відповідною відстанню на місцевості (див. табл. 2.2.1).

Вправа 5. Визначити відстань на місцевості за відомими довжиною лінії на карті й масштабом карти (табл. 2.2.2).

Таблиця 2.2.2

Вихідні дані для виконання вправ 5 і 6

Варіант	Для вправи 5		Для вправи 6	
	Довжина лінії на карті, см	Масштаб карти (плану)	Довжина лінії на місцевості, м	Масштаб карти (плану)
1	0,80	1 : 200	9,15	1 : 50
2	12,50	1 : 5 000	8,15	1 : 100
3	3,70	1 : 2 000	116,20	1 : 2 000
4	3,50	1 : 1 000	32,40	1 : 1 000
5	3,75	1 : 500	198,90	1 : 5 000
6	3,45	1 : 100	69,90	1 : 1 000
7	7,80	1 : 10 000	1,77	1 : 50
8	3,45	1 : 200	1,33	1 : 20
9	7,80	1 : 5 000	0,75	1 : 10
10	9,15	1 : 2 000	18,70	1 : 2 000
11	11,20	1 : 1 000	199,00	1 : 5 000
12	12,50	1 : 200	44,30	1 : 500
13	14,00	1 : 2 500	755,00	1 : 25 000
14	10,10	1 : 10 000	755,00	1 : 50 000
15	8,40	1 : 25 000	96,70	1 : 10 000

Вправа 6. Визначити довжину лінії на карті за відомими відстанню на місцевості й масштабом карти (див. табл. 2.2.2).

Вправа 7. Довжина річки на карті масштабу 1 : 500 000 становить 24,8 мм. Якою вона буде на карті масштабу 1 : 200 000? 1 : 300 000? 1 : 400 000? 1 : 1 000 000? на місцевості?

Література: [9, 15, 17, 18, 24, 25, 35]

Контрольні питання

1. Що називають масштабом топоплану чи карти?
2. Які види масштабів ви знаєте?

3. Про що свідчить знаменник числового масштабу?
4. Чим відрізняється числовий масштаб від іменованого?
5. Що таке *трансверсали*?
6. Яка відмінність між лінійним і поперечним масштабами?
7. Що таке *точність масштабу*?

Лабораторна робота № 3 РОЗГРАФЛЕННЯ Й НОМЕНКЛАТУРА КАРТ

Мета роботи: Вивчити розграфлення й номенклатуру топографічних карт; навчитися визначати номенклатуру топографічних карт різних масштабів; закріпити знання з теми 4 (4.2).

Теоретичні відомості

Топографічна карта – це карта *багатоаркушева*, тобто така, що надає картографічне зображення геодезичної зони частинами на окремих аркушах, розмір яких зручний для роботи (формат надрукованих номенклатурних карт майже однаковий).

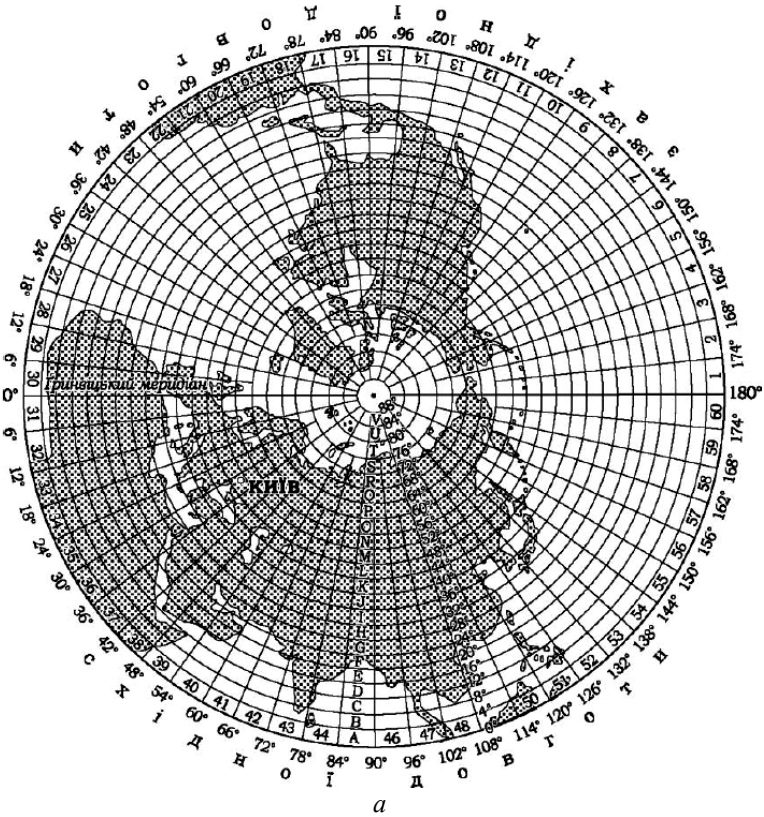
Процес поділу карти на окремі аркуші називають *розграфленням*, а позначення аркушів за прийнятою системою – *номенклатурою топографічних карт*. Під час розграфлення межі окремих аркушів проводять за напрямками меридіанів і паралелей.

Номенклатура в топографії й картографії є системою надання назви або найменування окремому аркушу карти, щоб відрізнити його від інших у серії аналогічних багатоаркушевих карт. Якщо в картографо-геодезичній практиці застосовують розграфлення карти, то обов'язково треба наводити номенклатуру аркушів.

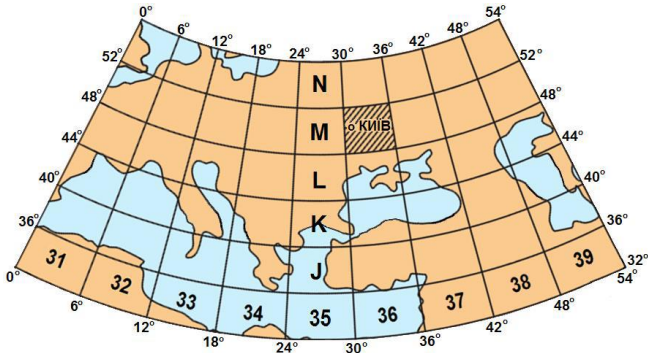
Розграфлення й номенклатура вітчизняних топографічних карт усього масштабного ряду ґрунтуються на розграфленні й номенклатурі Міжнародної карти масштабу 1:1 000 000 (рис. 2.3.1, для північної півкулі).

Розміри аркуша карти масштабу 1:1 000 000 становлять 6° за довготою та 4° за широтою.

Межі аркушів мільйонної карти за довготою збігаються з межами координатних зон у проекції Гауса. Для зображення всієї зони потрібно кілька десятків аркушів карти заданого масштабу. Сукупність цих аркушів називається *колона* (колона аркушів карти).



a



б

Рис. 2.3.1. Розграфлення й номенклатура аркушів карт масштабу 1 : 1 000 000:

a – для північної півкулі; *б* – положення Києва на аркуші М-36.

Колони, як і зони, нумерують арабськими цифрами, проте їхній відлік ведуть від 180-го меридіана, а зони відраховують від Гринвіцького меридіана. Номер колони на 30 одиниць більший або менший від номера зони. Наприклад, перша зона, однак 31-ша колони.

Аркуші мільйонної карти, обмежені паралелями, проведені через 4°, утворюють широтні *ряди* поясу, які позначають буквами латинського алфавіту починаючи від екватора.

Номенклатура аркуша карти в загальній системі розграфлення, тобто його положення, складається з буквеного позначення широтного ряду й номера колони, у яких знаходиться аркуш. Границі аркушів карт наступних масштабів проводять унаслідок розподілу мільйонного аркуша меридіанами й паралелями на визначену кількість рівних частин. Позначення аркушів кожного масштабу наведено в табл. 2.3.1, а їхні розміри за довготою й широтою – у табл. 2.3.2.

Таблиця 2.3.1

Позначення аркушів різного масштабу

Вихідний аркуш		Аркуші, утворені внаслідок розграфлення		
Масштаб	Кількість аркушів унаслідок розграфлення	Масштаб	Позначення	Приклад номенклатури
1:1 000 000	—	1 : 1 000 000	A, B, C... – широтний ряд; 1–60 – колони	F-33
	4	1 : 500 000	A, B, B, Г	F-33-A
	36	1 : 200 000	I, II, III, ... XXXVI	F-33-III
	144	1 : 100 000	1, 2, 3 ... 144	F-33-16
1 : 100 000	4	1 : 50 000	A, B, B, Г	F-33-16-B
1 : 50 000	4	1 : 25 000	a, б, в, г	F-33-16-B-a
1 : 25 000	4	1 : 10 000	1, 2, 3, 4	F-33-16-B-a-1
1 : 100 000	256	1 : 5 000	1, 2, 3 ... 256	F-33-16-(223)
1 : 5 000	9	1 : 2 000	a, б, в, г, д, е, ж, з, і	F-33-16-(22-д)

Таблиця 2.3.2

Розміри аркушів за довготою й широтою

Масштаб	Розмір аркуша		Кількість аркушів в аркуші карти масштабу 1 : 1 000 000	Приблизна площа аркуша на широті 54°, км ²
	за довготою	за широтою		
1 : 1 000 000	6°	4°	1	175 000
1 : 500 000	3°	2°	4	44 000
1 : 200 000	1°	0°40'	36	5 000
1 : 100 000	0°30'	0°20'	144	1 200
1 : 50 000	0°15'	0°10'	576	300
1 : 25 000	0°07'30"	0°05'	2 304	75
1 : 10 000	0°03'45"	0°02'30"	9 216	19
1 : 5 000	0°01'52,5"	0°01'15"	36 864	4*
1 : 2 000	0°00'37,5"	0°00'25"	331 776	1*

* У прямокутному розграфленні.

Отже, одному аркушу карти масштабу 1 : 1 000 000 відповідають:

а) чотири аркуші карти масштабу 1 : 500 000, які позначають великими літерами українського алфавіту А, Б, В, Г і записують після номенклатури аркуша карти масштабу 1 : 1 000 000, наприклад, М-35-Г (рис. 2.3.3);

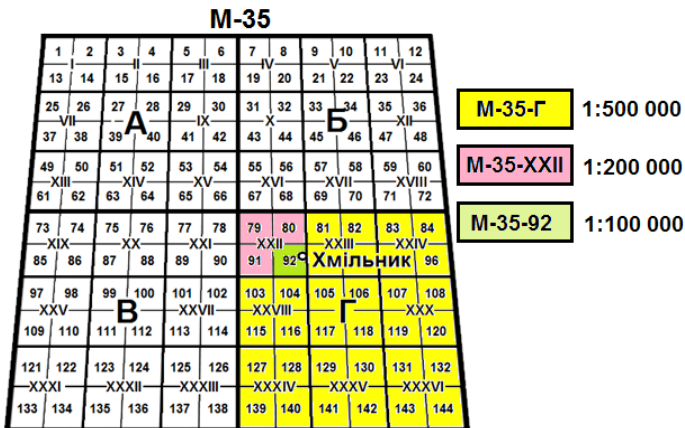


Рис. 2.3.3. Розграфлення й позначення аркушів карт у масштабах 1 : 500 000, 1 : 200 000 і 1 : 100 000 в листі аркуша масштабу 1 : 1 000 000.

б) 36 аркушів карти масштабу 1 : 200 000, які нумерують римськими цифрами I–XXXVI; їх записують після номенклатури аркуша карти масштабу 1 : 1 000 000 (наприклад, М-35-XXII, див. рис. 2.3.3);

в) 144 аркуші карти масштабу 1 : 100 000, які нумерують арабськими цифрами від 1 до 144; їх записують після номенклатури аркуша карти масштабу 1 : 1 000 000 (наприклад, М-35-92, див. рис. 2.3.3).

За основу розграфлення й номенклатури топографічних карт масштабів 1 : 50 000, 1 : 25 000, 1 : 10 000, 1 : 5 000 і 1 : 2 000 прийнято аркуш карти масштабу 1 : 100 000.

Одному аркушу карти масштабу 1 : 100 000 відповідають чотири аркуші карти масштабу 1 : 50 000, які позначають великими літерами українського алфавіту А, Б, В і Г; їх записують після номенклатури аркуша карти масштабу 1 : 100 000, наприклад, N-36-54-Г (рис. 2.3.4).

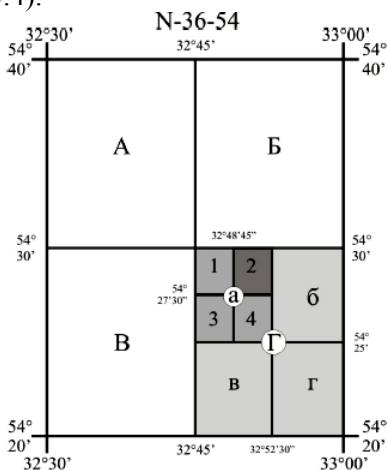


Рис. 2.3.4. Схема розподілу території, яку покрито листом карти масштабу 1 : 100 000, на трапеції листів карт масштабу 1 : 50 000, 1 : 25 000, 1 : 10 000.

Аналогічно отримують листи карти масштабу 1 : 25 000 (виходячи з трапеції п'ятдесятитисячного масштабу). Територію листа масштабу 1 : 50 000 поділяють на чотири частини і кожену чверть позначають однією з букв а, б, в, г українського алфавіту. Розміри трапеції становлять 5' за шириною і 7,5' за довготою. Позначення

листа карти масштабу 1 : 25 000 складається з номенклатури п'ятдесятитисячного листа, у межах якого знаходиться трапеція даного двадцятип'ятитисячного листа, і буквеного символу цієї трапеції. Наприклад, лист, виділений на рис. 2.3.4, матиме номенклатуру N-36-54-Г-а.

Трапеції аркушів десятитисячної карти одержують поділом території, яку покриває лист двадцятип'ятитисячної карти, середньою паралеллю й середнім меридіаном на чотири частини. Розміри кожної такої частини становлять 2,5' за широтою і 3,75' за довготою. Позначивши нову трапецію однією з цифр 1, 2, 3, 4, додають це позначення до номенклатури того двадцятип'ятитисячного листа, у межі якого входить ця трапеція. Отже, лист, виділений темно-сірим кольором на рис. 2.3.4, має номенклатуру N-36-54-Г-а-2.

Одному аркушу карти масштабу 1 : 100 000 відповідає 256 аркушів карти масштабу 1 : 5 000, які позначають арабськими цифрами від 1 до 256. Номенклатура аркуша карти масштабу 1 : 5 000 складається з номенклатури аркуша карти масштабу 1 : 100 000 з додаванням у дужках порядкового номера аркуша карти масштабу 1 : 5 000, наприклад, O-36-I-(232) (рис. 2.3.5).

1:5 000

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
17	19		21		23		25		27		29				32
33			36		38		40		42		44		46		48
49	51		53		55		57		59		61				64
65			68		70		72		74		76		78		80
81		83		85		87		89		91		93			96
97			100		102		104		106		108		110		112
113		115		117		119		121		123		124		126	128
129	130		132		134		136		138		140		142		144
145		147		149		151		153		155		157		159	160
161			164		166		168		170		172		174		176
177		179		181		183		185		187		189		191	192
193			196		198		200		202		204		206		208
209		211		213		215		217		219		221		223	224
225			228		230		232		234		236		238		240
241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256

Рис. 2.3.5. Розграфлення листів карти масштабу 1 : 5 000.

Одному аркушу карти масштабу 1 : 5 000 відповідає дев'ять аркушів карти масштабу 1 : 2 000, які позначають малими літерами українського алфавіту а, б, в, г, д, е, ж, з, і. Номенклатура кожного аркуша карти масштабу 1 : 2 000 складається з номенклатури карти масштабу 1 : 5 000 з додаванням у дужках відповідної букви, наприклад, L-49-133-(16-і) (рис. 2.3.6).

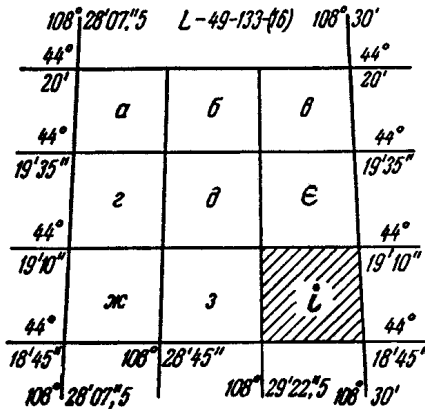


Рис. 2.3.6. Розграфлення й позначення аркушів карти масштабу 1 : 2 000.

Завдання

Вправа 1. Визначити номенклатуру аркушів карт масштабу 1 : 1 000 000, 1 : 500 000, 1 : 200 000, 1 : 100 000, 1 : 50 000, 1 : 25 000 та 1 : 10 000, на яких зображений об'єкт з координатами $B = \underline{\quad}^{\circ} \underline{\quad}'$ пн. ш., $L = \underline{\quad}^{\circ} \underline{\quad}'$ сх. д.

Вправа 2. Обчислити розміри аркушів карт зазначених вище масштабів у градусах.

Вправа 3. Визначити номенклатуру суміжних аркушів для аркуша карти масштабу 1 : 10 000, на якому зображений об'єкт із заданими вище координатами.

Вправа 4. Дано таку номенклатуру аркушів карт: 1) L-42-16-Б-б; 2) М-27-А; 3) VII-К-31; 4) О-41-XXV; 5) Р-59. Визначити масштаб цих аркушів карт і розміри рамок у градусах.

Вправа 5. Визначити географічні координати кутів рамок трапецій аркушів карт за їхньою номенклатурою: 1) К-33-18; 2) І-41-Б; 3) Н-39-Х.

Таблиця 2.3.3

Вихідні дані для виконання вправи 1

Варіант	Геологічна пам'ятка	Координати
1	Скеля Камінь-Велетень	49°56'45" пн. ш. 25°19'53" сх. д.
2	Заказник "Базальтові стовпи"	50°55'21" пн. ш. 26°14'05" сх. д.
3	Виходи гранітів рапаківі: скелі Ольжині Купальні	50°56'52" пн. ш. 28°38'57" сх. д.
4	Тустань	49°10'55" пн. ш. 23°24'20" сх. д.
5	Лумшорські водоспади	48°48'43" пн. ш. 22°44'06" сх. д.
6	Гора Пивиха	49°11'42" пн. ш. 33°07'38" сх. д.
7	Говерла	48°09'40" пн. ш. 24°30'00" сх. д.
8	Скелі МОДРу	47°53'20" пн. ш. 33°18'24" сх. д.
9	Заповідник "Кам'яні Могили"	47°18'25" пн. ш. 37°04'39" сх. д.
10	Відслонення архейських гранітів (острів Хортиця)	47°49'00" пн. ш. 35°05'00" сх. д.
11	Кременецькі гори (Замкова Гора)	50°05'41" пн. ш. 25°43'53" сх. д.
12	Соколіні Гори	50°49'00" пн. ш. 27°04'30" сх. д.

Вправа 6. Визначити довготу західних і східних рамок таких трапецій: 1) N-38; 2) N-32-B; 3) L-42-144; 4) M-25-XIX.

Вправа 7. Визначити широту північних і південних рамок таких трапецій: 1) V-K-47; 2) N-39-16; 3) Q-51-B; 4) E-55-V.

Вправа 8. Дано такі аркуші карт: 1) L-37-12; 2) M-35-25-A; 3) K-33-38-A-б. Визначити номенклатуру сусідніх з кожним із них восьми аркушів карт відповідного масштабу.

Література: [12, 15, 24, 17, 24, 25, 35, 38]

Контрольні питання

1. Що таке номенклатура карти?
2. Що таке розграфлення топографічної карти?
3. Який масштаб у карти, яка є в основі розграфлення й номенклатури вітчизняних карт?
4. З чим збігаються межі аркуша карти мільйонного масштабу?
5. Що називають колоною карт?
6. Від якого меридіану відраховують колони?
7. Який меридіан є початком відліку для зон?
8. У чому полягає відмінність між рядом і зоною?
9. Як позначають ряди?

10. Через скільки градусів проведені широтні ряди на аркуші мільйонної карти?
11. Через скільки градусів проведені колони на аркуші мільйонної карти?

Лабораторна робота № 4 **ВИЗНАЧЕННЯ ДОВЖИНИ І ПЛОЩІ НА** **ТОПОГРАФІЧНІЙ КАРТІ**

Мета роботи: Відпрацювати навички у вивченні місцевості за топографічними картами; навчитися визначати відстані й площі на топографічних картах, застосовуючи різні способи.

Обладнання: навчальна топографічна карта масштабу 1 : 25 000, циркуль-вимірювач, лінійка, курвиметр, палетки.

Теоретичні відомості

На точність вимірювань значно впливають спосіб вимірювання, наявні інструменти (прилади) і масштаб карти (через його допустиму (межову) точність). Особливістю проведення вимірювань на карті є те, що вимірювання потрібно проводити щонайменше двічі. З отриманих значень обчислюють середнє значення, яке множать на ціну одиниці вимірювання (крок циркуля, поділка приладу, клітинка палетки тощо), а отриманий результат округляють з урахуванням точності вимірювання.

Є декілька способів *визначення довжини* за топографічною картою.

1. За допомогою циркуля-вимірювача, лінійного та поперечного масштабів. Крайні точки відрізка беруть у розхил циркуля-вимірника, причому кут при його вершині має становити $< 90^\circ$ для запобігання похибкам. Праву ніжку циркуля встановлюють на один зі штрихів лінійного масштабу праворуч від нуля, ліва знаходиться в межах крайової лівої основи. Відлік, який зроблено за лівою голкою, додають до відліку, що зроблений за голкою правої ніжки (рис. 2.4.1).

2. За допомогою лінійки в разі вимірювання прямолінійних відрізків.

3. За допомогою смужки паперу у випадку вимірювання ламаних ліній: на краю смужки ставлять зарубку, на закінченні прямої ділянки ламаної лінії – друга зарубку. Потім смужку повертають так, щоб зорієнтуватися вздовж наступної прямої ділянки, у цьому

разі крайова права зарубка є центром обертання. Ставлять другу праву зарубку і так далі. Загальна довжина ламаної лінії дорівнюватиме відстані між крайовими лівою і правою зарубками.

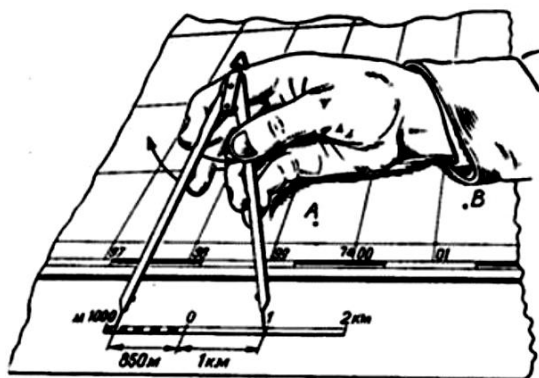


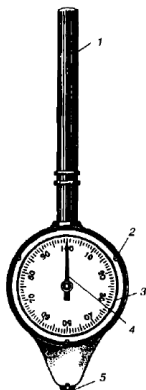
Рис. 2.4.1. Вимірювання відстаней циркулем-вимірювачем за лінійним масштабом.

4. За допомогою нитки. Злегка зволожену нитку викладають на лінію, повторюючи всі її вигини, а потім розправляють і визначають її довжину. Цей спосіб застосовують тоді, коли треба швидко і приблизно визначити довжину кривої лінії. Слід пам'ятати, що довжину нитки потрібно визначити відразу після вимірювання, інакше вона висохне і її лінійний розмір зміниться.

5. За допомогою малого розхилу циркуля-вимірювача. Користуючись лінійкою або масштабом, ніжки циркуля-вимірювача розводять на визначену відстань. Голку циркуля встановлюють на початок лінії та проводять “крокування” з обраним розхилом за лінією. Підраховують кількість кроків та перемножують на величину розхилу – так отримують загальну довжину лінії. Що менший розхил циркуля, то точніше вимірювання, однак тим довше його проводять.

6. За допомогою курвіметра (рис. 2.4.2). Курвіметр складається з зубчастого колеса, що обертається, пов'язаного з системою зубчастих коліс, розташованих у коробці. У коробці є стрілка, що обертається навколо осі, та нерухома шкала з поділками. Довжина шкали 1 метр. Під час вимірювання кривої лінії по карті курвіметр

утримують за ручку і прокатують колесом уздовж усієї лінії в прямому і зворотному напрямках. Різниця початкового й кінцевого відліку покаже довжину лінії в діленнях шкали курвіметра. У випадку різниці прямого і зворотного відліку обчислюють середнє арифметичне значення. Ціну поділки шкали заздалегідь знаходять за декількома вимірюваннями відрізка відомої довжини.



Курвіметр:
 1 – ручка,
 2 – коробка,
 3 – нерухома шкала,
 4 – рухома стрілка,
 5 – зубчасте колесо

Рис. 2.4.2. Будова курвіметра.

Для **вимірювання площі** на картах також застосовують декілька способів.

1. Графічний (геометричний) спосіб (рис. 2.4.3). Площу ділянки розділяють лініями так, щоб утворилися правильні геометричні фігури, і визначають їхню площу.

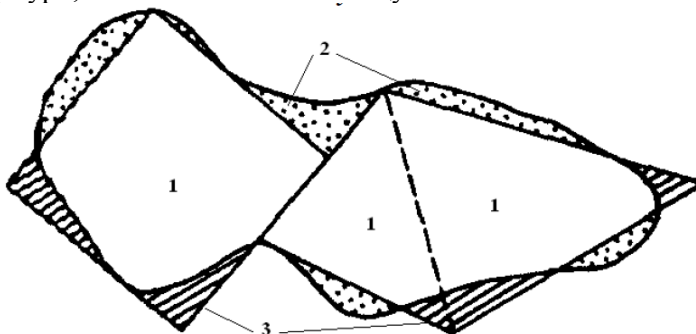


Рис. 2.4.3. Визначення площі графічним (геометричним) методом.

Площа трикутника – $\frac{1}{2}a \times h$.

Площа ромба – $d_1 \times d_2 / 2$.

Площа трапеції – $(\frac{1}{2} a + b) \times h$.

Площа кола – πR^2 .

Площа прямокутника – $a \times b$.

Потім площі підсумовують. Якщо контури площі, яку визначають, криволінійні, то їх випрямляють так, щоб сума відсічених ділянок і сума прирізаних ділянок майже компенсувалася.

На рис. 2.4.3. показано розбивання площі ділянки на правильні геометричні фігури (1) та спрямлення його криволінійних меж: 2 – ділянки, які відсікають, 3 – ділянки, які прирізають.

2. За допомогою квадратної палетки (рис. 2.4.4). Квадратна палетка є прозорою пластинкою (зроблена з пластика, кальки) з нанесеною на неї сіткою квадратів, зазвичай, з клітинкою 5×5 мм.

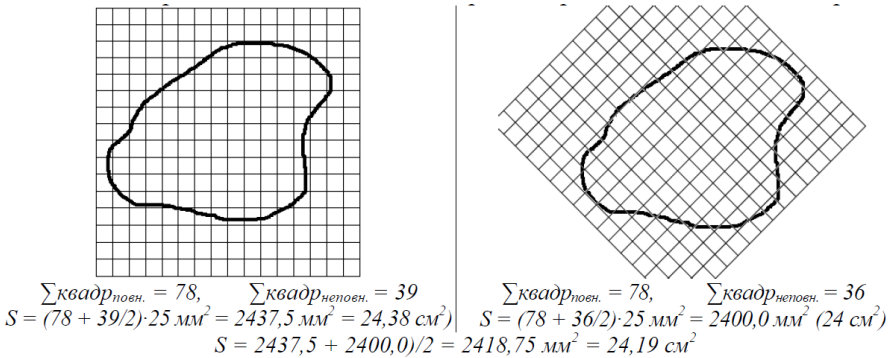


Рис. 2.4.4. Приклад використання квадратної палетки.

Її накладають на контур, площу якого необхідно визначити, та підраховують кількість повних квадратів, що потрапляють у контур площі (Σ квадрат_{повн.}) і кількість неповних квадратів (Σ квадрат_{неповн.}). Потім визначають площу фігури за формулою (4.1):

$$S = (\Sigma \text{квадр}_{\text{повн.}} + \frac{1}{2} \Sigma \text{квадр}_{\text{неповн.}}) \cdot \text{Сквадр.}, \text{ мм}^2 \quad (4.1)$$

Потім положення палетки змінюють і вимірювання повторюють. Обчислюють середнє значення площі на карті й переводять його в масштаб карти.

3. За допомогою паралельної палетки (рис. 2.4.5). На кальці викреслюють паралельну палетку – горизонтальні лінії через 2–

5 мм. Її накладають на криволінійний контур ділянки так, щоб будь-які дві лінії палетки торкалися контуру (точки А і В). У цьому випадку можна вважати, що палетка розбиває площу ділянки на низку трапецій з основами $a_1, a_2, a_3 \dots a_n$.

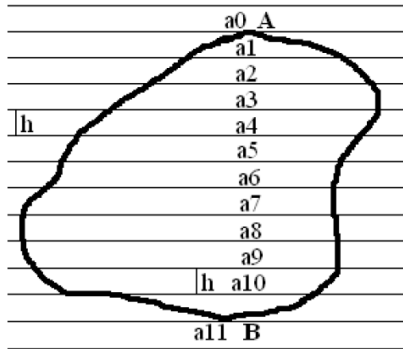


Рис. 2.4.5. Приклад використання паралельної палетки.

Крайові частини палетки з точками А і В можна вважати трапеціями з основою, що дорівнює нулю. Загальна площа ділянки S дорівнюватиме сумі площ усіх отриманих трапецій, кожна з яких має постійну висоту h , тобто визначається за формулою (4.2):

$$S = S_1 + S_2 + S_3 + \dots + S_n. \quad (4.2)$$

Оскільки площа кожної трапеції дорівнює добутку півсуми основ на висоту, то можна записати:

$$S = (a_0 + a_1) \times h/2 + (a_1 + a_2) \times h/2 + (a_2 + a_3) \times h/2 + \dots + (a_n + a_{n+1}) \times h/2. \quad (4.3)$$

$$\text{Або } 2S = h(a_0 + 2a_1 + 2a_2 + 2a_3 + \dots + 2a_n + 2a_{n+1}). \quad (4.4)$$

Основи $a_1, a_2, a_3 \dots$ вимірюють лінійкою або за допомогою паперової смужки (як довжину ламаної лінії).

Завдання

Вправа 1. На топографічній карті N-34-37-B-в (Загоряни) масштабу 1 : 25 000, користуючись наведеним на ній лінійним масштабом, виміряти відстань по прямій між заданими двома пунктами (табл. 2.4.1).

Таблиця 2.4.1

Вихідні дані для виконання вправ 1 і 2

Номер варіанту	До вправи 1	До вправи 2
1	Джерело (кв.7309) – вис. 194,9 (кв. 7110)	Вис. 176,8 (кв. 6806) – брід на р. Куболта (кв. 6908)
2	Вис. 219,2 (кв. 6407) – вис. 197,1 (кв. 6508)	Міст-гребля на р. Чиста (кв. 6613) – пам'ятник у м. Загоряни (кв. 6413)
3	Вис. 176,2 (кв. 6908) – вис. 198,4 (кв. 7009)	Вис. 167,0 (кв. 6510) – вис. 211,0 (кв. 6409)
4	Вис. 135,5 (кв.6808) – вис. 176,8 (кв. 6806)	Вис. 207,0 (кв. 6910) – вис. 209,7 (кв. 7010)
5	Вис. 171,8 (кв. 6610) – вис. 127,7 (кв. 6709)	Міст-гребля на р. Чиста (кв. 6613) – будинок лісника (кв. 6611)
6	Вис. 157,6 (кв. 7209) – вис. 169,3 (кв. 7008)	Вис. 207,0 (кв. 6910) – брід на р. Куболта (кв. 6908)
7	Джерело (кв. 7112) – вис. 142,8 (кв. 7213)	Міст на р. Куболта (кв. 6611) – вис. 170,0 (кв. 6712)
8	Церква (кв. 6510) – вис. 197,1 (кв. 6508)	Вис. 207,5 (кв. 6912) – вис. 177,5 (кв. 6713)
9	Окреме листяне дерево (КВ 6613) – вис. 156,9 (кв. 6511)	Пн.-сх. околиця с. Красівка (кв. 7112) – будинок лісника (кв. 7113)
10	Млин (кв. 6613) – склад пального (кв. 6514)	Пн. околиця с. Демидівка (кв. 7209) – вис. 141,4 (кв. 7307)
11	Вис. 194,2 (кв. 6810) – джерело (кв. 6909)	Вис. 207,0 (кв. 6910) – вис. 189,1 (кв. 6811)
12	Вис. 159,7 (кв. 6411) – джерело Голубе (кв. 6513)	Міст (кв. 7113) – міст (кв. 6914)
13	Вис. 183,1 (кв. 6707) – вис. 135,5 (кв. 6808)	Вис. 176,2 (кв. 6908) – брід на р. Куболта (кв. 6809)
14	Вис. 166,2 (кв. 6711) – вис.171,8 (кв. 6610)	Пн.-сх. околиця с. Тернове (кв. 6612) – міст на р. Кам'янка (кв. 6614)
15	Вис. 156,9 (кв. 6511) – вис. 159,7 (кв. 6411)	Вис. 209,7 (кв. 7010) – пд.-зах. околиця с. Красівка (кв. 7012)

Вправа 2. Виміряти відстань по дорозі між зазначеними пунктами.

Вправа 3. Малим розхилом циркуля-вимірювача або курвіметром виміряти довжину ділянки річки (табл. 2.4.2).

Таблиця 2.4.2

Вихідні дані для виконання вправи 3

Номер варіанту	Ділянка річки, довжину якої потрібно виміряти
1	р. Куболта від млина в кв.6611 до урізу води з вис. 121,8 у кв. 6709
2	р. Куболта між лініями сітки 70 і 72
3	р. Куболта між лініями сітки 69 і 70
4	р. Куболта між лініями сітки 67 і 68
5	р. Крива від західної рамки карти до мосту в кв. 6708
6	р. Крива від мосту в кв. 6706 до гирла
7	р. Чиста від південної рамки карти до ставу Чорного
8	р. Чиста від млина в кв. 6613 до лінії сітки 11
9	р. Чиста від мосту в кв. 6612 до гирла
10	р. Кам'янка від витоку до гирла
11	Безіменна річка від її витоку в кв. 6508 до мосту в кв. 6708
12	Безіменна річка від її витоку в кв. 6509 до гирла
13	Безіменна ліва притока р. Сож у кв. 7214, 7213, 7113
14	Безіменна річка в кв. 6811, 6711
15	Тимчасовий водостік у лісі "Темний бір" у кв. 7009, 6908, 7008, 7007

Вправа 4. На прозорому папері накреслити квадратну і паралельну палетки розміром 15×15 см з розміром клітинок 4×4 мм.

Вправа 5. Виміряти площу зазначеної ділянки за допомогою обох палеток і оформити звітну таблицю (табл. 2.4.3).

Таблиця 2.4.3

Звітна таблиця

Спосіб	Площа ділянки на карті, см ²				Площа ділянки на місцевості, м ²
	S_1	S_2	$S_{\text{серед}}$	ΔS	
Геометричний					
Квадратна палетка					
Паралельна палетка					

Визначити площу ділянки місцевості, перенесеної на кальку, геометричним способом і за допомогою квадратної й паралельної палеток. Визначення виконати двічі, змінюючи положення палеток. Заповнити звітну таблицю. Обчислити відносну похибку вимірювань ΔS (повинна становити $\leq 0,02$):

$$\Delta S = (|S_1 - S_2|) / S_{\text{серед}}$$

де S_1, S_2 – площі, визначені за різних положень палетки; $S_{\text{сер}}$ – середнє значення обчислених площ.

Вправа 6. Визначити числовий масштаб карти, якщо відомо, що 1 см^2 на карті відповідає на місцевості: № 1 – 1 га; № 2 – 100 га; № 3 – 1 км^2 ; № 4 – $10\,000\text{ км}^2$.

Приклад: 1 см^2 на карті відповідає 4 га. Треба визначити числовий масштаб карти.

$$1\text{ га} = 10\,000\text{ м}^2 = 0,01\text{ км}^2.$$

Складаємо пропорцію:

$$1\text{ см}^2 = 4\text{ га, або } 1\text{ см}^2 = 40\,000\text{ м}^2, \text{ отже:}$$

$$1\text{ см} = \sqrt{40\,000\text{ м}^2}, 1\text{ см} = 200\text{ м}.$$

Відповідь: в 1 см 200 м , або $1 : 20\,000$.

Вправа 7. Визначити масштаб двох карт, якщо ліс площею 20 га на першій охоплює 20 см^2 , а на другій – 80 см^2 .

Література: [15, 18, 25]

Контрольні питання

1. Які способи вимірювання довжини на карті ви знаєте?
2. У чому полягає особливість вимірювань за допомогою циркуля-вимірювача?
3. Яка особливість використання курвіметра?
4. Які способи вимірювання площі на карті ви знаєте?
5. Як визначити площу на карті графічним методом?
6. У чому полягає відмінність у вимірюванні площі на карті за допомогою паралельної і квадратної палеток?
7. Як визначити ціну поділки квадратної палетки?
8. Як визначити площу ділянки за допомогою паралельної палетки?

Лабораторна робота № 5

ВИЗНАЧЕННЯ КАРТОГРАФІЧНИХ ПРОЄКЦІЙ

Мета роботи: Вивчити найпоширеніші картографічні проєкції; навчитися розпізнавати їх за видом сітки меридіанів і паралелей; закріпити знання з теми 5.

Теоретичні відомості

Загальні відомості про картографічні проєкції наведено в темі 5.

Картографічна проєкція є складовою математичної основи будь-якого картографічного твору. Вона визначає спосіб переходу від поверхні еліпсоїда (або кулі) до площини, а також характер спотворень, які виникають на карті, їхню величину й закон розподілу. У картографічних проєкціях втілений математичний закон, який встановлює однозначний зв'язок між координатами точок на поверхні Землі й відповідними плоскими координатами цих же точок у зображенні. Цей математичний закон записують рівняннями картографічної проєкції.

Картографічні проєкції розрізняють за характером спотворень і видом допоміжної геометричної поверхні, за допомогою якої мережу меридіанів і паралелей з еліпсоїда (або сфери) переносять на площину.

За **територіальним охопленням** розрізняють картографічні проєкції для карт світу, півкуль, материків і океанів, карт окремих держав та їхніх частин. Саме за цим принципом побудовані таблиці-визначники картографічних проєкцій (див. додаток 1).

За **характером спотворень** виділяють такі групи картографічних проєкцій: рівнокутна, рівновелика (рівноплощова), довільна.

Рівнокутні (або конформні) проєкції зберігають величину кутів і форми нескінченно малих фігур. Масштаб довжин у кожній точці сталий у всіх напрямках (що забезпечене закономірним збільшенням відстаней між сусідніми паралелями по меридіану) і залежить тільки від положення точки. Еліпси спотворень виражають колами різного радіуса (рис. 2.5.1, а). Для кожної точки в рівнокутних проєкціях справедливі такі залежності (5.1):

$$\mu = a = b = m = n; \omega = 0^\circ; \theta = 90^\circ; k = 1; \alpha_0 = 0^\circ \text{ (або } \pm 90^\circ\text{)}. \quad (5.1)$$

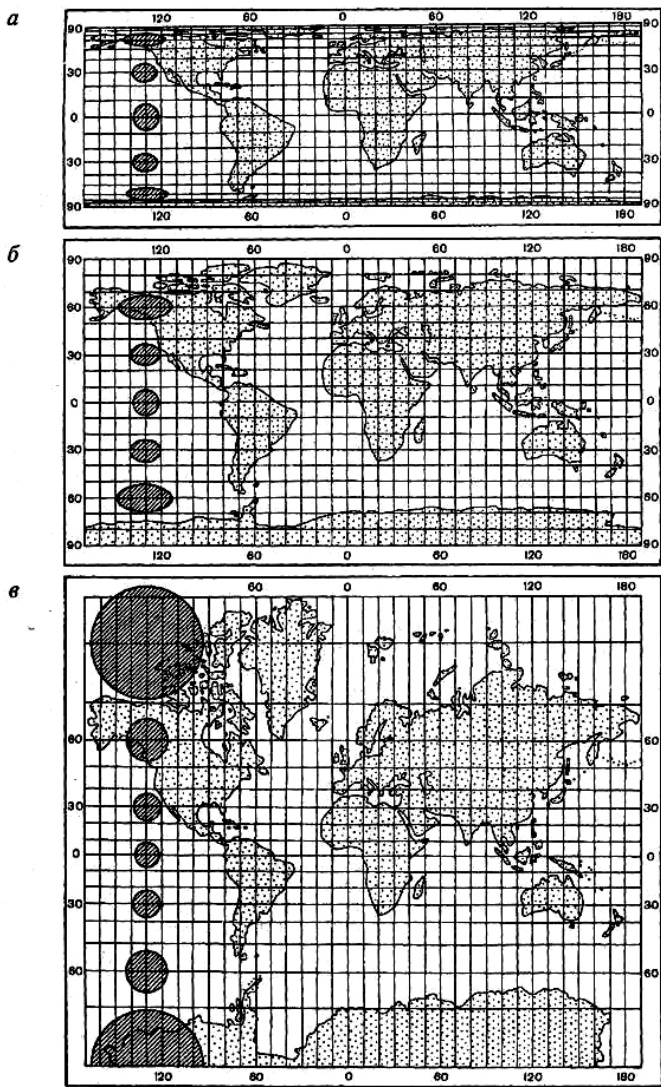


Рис. 2.5.1. Спотворення в рівновеликій (а), рівнопроміжній (б) і рівнокутній (в) проєкціях. Розмір і форма сфер спотворень характеризують спотворення площ і кутів (форм). Автор рівнокутної проєкції – Герард Меркатор (1569), рівнопроміжної – Марін Тірський (бл. 120 р. н. е.), рівновеликої – Іоганн Ламберт (1772).

Такі проєкції зручні для визначення напрямів і прокладання маршрутів за заданим азимутом (наприклад, під час вирішення навігаційних завдань). *Рівновеликі* (або еквівалентні) проєкції не спотворюють площі. У них площі еліпсів спотворень рівні. Збільшення масштабу довжин по одній осі еліпса спотворень компенсоване зменшенням масштабу довжин по іншій осі, що зумовлює закономірне зменшення відстаней між сусідніми паралелями по меридіану і, як наслідок, – сильне спотворення форм (див. рис. 2.5.1, в). Для кожної точки в рівновеликих проєкціях справедливе таке рівняння (5.2):

$$p = 1 \quad (p - \text{стала}). \quad (5.2)$$

Такі проєкції зручні для вимірювання площ об'єктів (що, наприклад, суттєво для деяких економічних або морфометричних карт).

Довільні проєкції спотворюють і кути, і площі. Під час їхньої побудови прагнуть відшукати найвигідніший для кожного конкретного випадку розподіл спотворень досягненням деякого компромісу. Цю групу проєкцій використовують у випадках, коли надмірні викривлення кутів і площ однаково небажані. За властивостями довільні проєкції посідають місце між рівнокутними й рівновеликими.

Серед них виділяються рівнопроміжні (або еквідистантні) проєкції, у всіх точках яких масштаб по одному з головних напрямів (зазвичай, по меридіанах або паралелях) сталий і дорівнює головному (див. рис. 2.5.1, б), тобто

$$m = 1 \quad (m - \text{стала}), \text{ або } n = 1 \quad (n - \text{стала}). \quad (5.3)$$

Рівнопроміжні проєкції мають, звичайно, ортогональну картографічну сітку (тобто $\theta = 90^\circ$).

За видом допоміжної геометричної поверхні розрізняють такі проєкції: циліндричні, азимутальні й конічні.

Циліндричними є проєкції, у яких мережу меридіанів і паралелей з поверхні еліпсоїда переносять на бічну поверхню дотичного циліндра, а циліндр розрізаний по твірній і розгорнутий у площину. Спотворення мінімальні поблизу лінії дотику або двох ліній перетину циліндра земного еліпсоїда, які є лініями нульових спотворень.

Азимутальними називають проєкції, у яких мережу меридіанів і паралелей переносять з поверхні еліпсоїда на дотичну (або січну) площину. Зображення близько точки дотику (або лінії перетину)

площини земного еліпсоїда майже зовсім не спотворюється. Точка дотику (або лінія перетину) є точкою (лінією) нульових спотворень.

Конічними називають проєкції, у яких мережу меридіанів і паралелей з поверхні еліпсоїда переносять на бічну поверхню дотичного (або січного) конуса. Спотворення слабо відчутні вздовж лінії дотику або двох ліній перетину конуса земного еліпсоїда, які є лінією (лініями) нульових спотворень.

У нормальних циліндричних, азимутальних і конічних проєкціях картографічна сітка ортогональна – меридіани й паралелі перетинаються під прямим кутом, що є однією з важливих діагностичних ознак цих проєкцій. Якщо для циліндричних, азимутальних і конічних проєкцій використовують геометричний метод (лінійне проєктування допоміжної поверхні на площину), то такі проєкції називають перспективно-циліндричними, перспективно-азимутальними (звичайними перспективними) і перспективно-конічними, відповідно.

Залежно від положення точки проєктування (відстані від точки зору до центра земної кулі D) виділяють кілька різновидів перспективних проєкцій (табл. 2.5.1).

Таблиця 2.5.1

Класифікація перспективних проєкцій залежно від положення точки проєктування

Розміщення точки проєктування щодо земного еліпсоїда (сфери)	D	Назва перспективної проєкції
У центрі	0	Гномонічна
На протилежному кінці діаметра	$D = R$	Стереографічна
За межами на продовженні діаметра	$R < D < \infty$	Зовнішня
У нескінченності	$D = \infty$	Ортографічна

Поліконічні – це такі проєкції, у яких мережу меридіанів і паралелей з поверхні еліпсоїда переносять на бічні поверхні декількох конусів, кожен з яких розрізаний по твірній і розгорнутий у площину. У поліконічній проєкції паралелі зображають дугами ексцент-

ричних кіл, центральний меридіан є прямою, решта меридіанів – криві лінії, симетричні щодо центрального.

Умовними називають проєкції, у разі побудови яких не використовують допоміжні геометричні поверхні. Мережу меридіанів і паралелей будують за задалегідь заданою умовою. Серед умовних проєкцій розрізняють псевдоциліндричні, псевдоазимутальні і псевдоконічні проєкції, що зберігають від вихідних циліндричних, азимутальних і конічних проєкцій вид паралелей. У цих проєкціях середній меридіан – пряма лінія, інші меридіани – криві.

До умовних проєкцій належать також багатогранні проєкції, які отримують проєктуванням на поверхню багатогранника, дотичного або січного до земного еліпсоїда. Кожна грань є у вигляді трапеції (рідше – шестикутника, квадрата, ромба). Різновидом багатогранних проєкцій є багатосмугові проєкції, причому смуги можуть нарізати і за меридіанами, і за паралелями. Ці проєкції вигідні тим, що спотворення в межах кожної грані або смуги зовсім невеликі, тому такі проєкції завжди використовують для багатоаркушевих карт. Основна незручність багатогранних проєкцій полягає в неможливості суміщення блока аркушів карт за загальними рамками без розривів.

На **вибір проєкції** впливає багато чинників, зокрема:

- 1) географічні особливості картованої території (її розміщення на земній кулі, розміри, конфігурація);
- 2) характеристики створюваної карти (призначення, масштаб, тематика);
- 3) умови і способи використання карти, коло розв'язуваних за допомогою неї завдань;
- 4) особливості власне проєкції (величина спотворень та їхній розподіл, форма картографічної сітки, кривизна ліній, наявність ефекту сферичності та ін.).

Перші три чинники задають спочатку, а четвертий – залежний від них. Їхня значимість може бути різною, тому можливі будь-які комбінації, а отже – і різні варіанти проєкцій.

Нормальні циліндричні проєкції зручно застосовувати для території, розташованих поблизу й симетрично щодо екватора. Нормальні циліндричні проєкції на посічених циліндрах широко використовують для карт світу, рівнокутну нормальну циліндричну проєкцію Меркатора традиційно використовують для складання всіх

морських і аеронавігаційних карт, поперечні циліндричні проєкції – для територій, витягнутих за меридіаном (у цій проєкції будують геодезичні зони топографічних карт). Косі циліндричні проєкції зручні для витягнутих територій, орієнтованих на північний захід або північний схід.

Азимутальні проєкції найчастіше застосовують для територій, протяжність яких за широтою й довготою приблизно однакова, нормальні азимутальні – для північної й південної півкуль, а також карт Арктики й Антарктиди, екваторіальні – для східної й західної півкуль, а також карт Африки, косі – для материкових і океанічних півкуль, а також карт окремих материків (Азії, Австралії та ін.). Рівнокутні й рівновеликі косі азимутальні проєкції широко використовують для складання карт окремих країн і адміністративних областей.

Нормальні конічні проєкції зручно застосовувати для територій, витягнутих за паралеллю, і таких, що розташовані в середніх широтах (карти колишнього СРСР, Канади, США). Поперечні й косі конічні проєкції в картографічній практиці вживають достатньо зрідка. Поліконічні проєкції найчастіше застосовують для карт світу; мала кривизна паралелей і меридіанів у поліконічній проєкції, яка слабо збільшується до країв карти, немов би відображає еліпсоїдність нашої планети.

У загальному випадку під час вибору проєкції для картографування конкретної території керуються таким правилом: найменші спотворення забезпечуватимуть ті проєкції, у яких ізоколи (лінії рівних спотворень) за формою близькі до загального контуру зображуваної території. Крім того, під час вибору проєкції для тематичних карт потрібно до уваги, що, зазвичай, спотворення на карті мінімальні в центрі і стрімко зростають до країв. На підставі призначення карти визначають ліпший характер спотворень. Карті, які використовують для вимірювання азимутів і кутів, доцільно будувати в рівнокутних проєкціях. За необхідності проводити за картами вимірювання або порівняння площ (наприклад, за соціально-економічними або морфометричними картами) використовують рівновеликі проєкції. Коли надмірні викривлення кутів і площ однаково небажані (наприклад, на картах півкуль), беруть одну з довільних проєкцій.

Завдання

Вправа 1. Визначити картографічні проєкції географічних карт у зазначених нижче варіантах (табл. 2.5.2).

Хід роботи

1. Ознайомитися з таблицями для визначення проєкцій карт світу, півкуль, карт материків та їхніх великих частин, карт океанів та ін. (таблиці 1–6 додатку 1). Таблиці-визначники організовані за єдиним принципом: у заголовках стовпців сформульовані питання (умови); послідовно відповідаючи на них і переходячи від лівих стовпців до правих, область пошуку в межах рядків звужується; у крайньому правому стовпчику наведено повну назву шуканої проєкції, для якої виконуються всі умови всередині відповідного рядка.

Таблиця 2.5.2

Варіанти завдань

Номер варіанта	Номери картографічних сіток	Номер варіанта	Номери картографічних сіток
1	3, 12, 17, 23, 24, 27	9	18, 21, 25, 33, 37, 38
2	6, 14, 18, 26, 29, 31	10	7, 22, 27, 32, 34, 37
3	4, 10, 22, 30, 33, 35	11	7, 8, 28, 31, 33, 39
4	4, 14, 20, 28, 34, 38	12	2, 17, 32, 34, 35, 39
5	7, 8, 13, 15, 25, 32	13	4, 6, 13, 18, 26, 36
6	5, 11, 13, 17, 19, 36	14	5, 6, 8, 10, 23, 30
7	5, 16, 20, 23, 26, 39	15	9, 11, 14, 23, 29, 38
8	9, 21, 24, 29, 30, 31		

2. Ознайомитися з картографічними проєкціями пропонованих географічних карт (за виданим завданням). Для визначення проєкції з'ясувати:

- яка територія зображена на карті і за якою таблицею потрібно проводити визначення;
- яка форма рамки географічної карти;
- якими лініями (прямими, кривими, дугами концентричних або ексцентричних кіл) зображені меридіани й паралелі (прямолінійність лінії визначають за допомогою лінійки; для того, щоб визначити, чи є крива дугою кола, на аркуші кальки на відстані 3–5 мм один від одного відзначають три точки цієї кривої (рис. 2.5.2, а));

- якщо всі три точки під час руху листа вздовж кривої збігаються з нею, то крива – дуга кола (див рис. 2.5.2, б); у концентричних кіл проміжки між суміжними колами, виміряні циркулем-вимірювачем, рівні за величиною, а в ексцентричних унаслідок різних радіусів кривизни – змінюються (див. рис. 2.5.2, в);
- як змінюються проміжки між паралелями за прямим (середнім) меридіаном;
- які додаткові відомості про проекції.

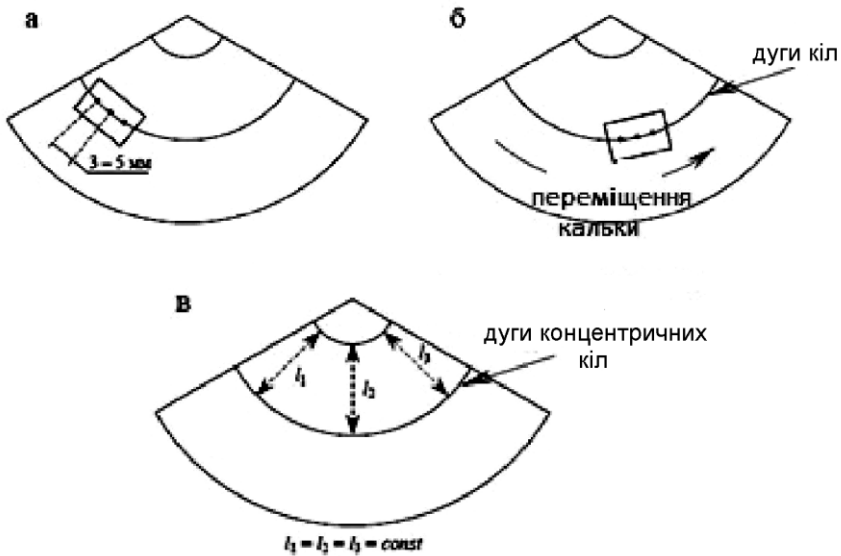


Рис. 2.5.2. Визначення дуг кіл:

а – розміщення трьох точок на аркуші кальки, що належать лінії; б – переміщення аркуша кальки вздовж лінії і знаходження такого положення в будь-якій частині лінії, за якого нанесені точки завжди розташовані на лінії; в – вимірювання проміжків між сусідніми дугами кіл.

3. За таблицею-визначником навести повну назву картографічної проекції, з'ясувати клас проекції за видом допоміжної геометричної поверхні, використаної для її побудови.

4. Результати роботи навести в таблиці (табл. 2.5.3).

Приклад виконання завдання

Визначити картографічну проекцію наведеної карти (рис. 2.5.3.).

На карті зображено територію України, Росії, Монголії, Японії та інших країн, тому визначення слід проводити за табл. 4 додатку 1. Форма рамки прямокутна. Меридіани зображені прямими, що легко перевірити, приклавши до лінії меридіана лінійку. Паралелі зображені дугами концентричних кіл: будь-які три точки цієї лінії, перенесені на кальку, завжди можна поєднати, повертаючи кальку, з різними частинами цієї лінії; проміжки ж між двома сусідніми паралелями незмінні. Отже, за виглядом картографічної сітки проекція є нормальною конічною.

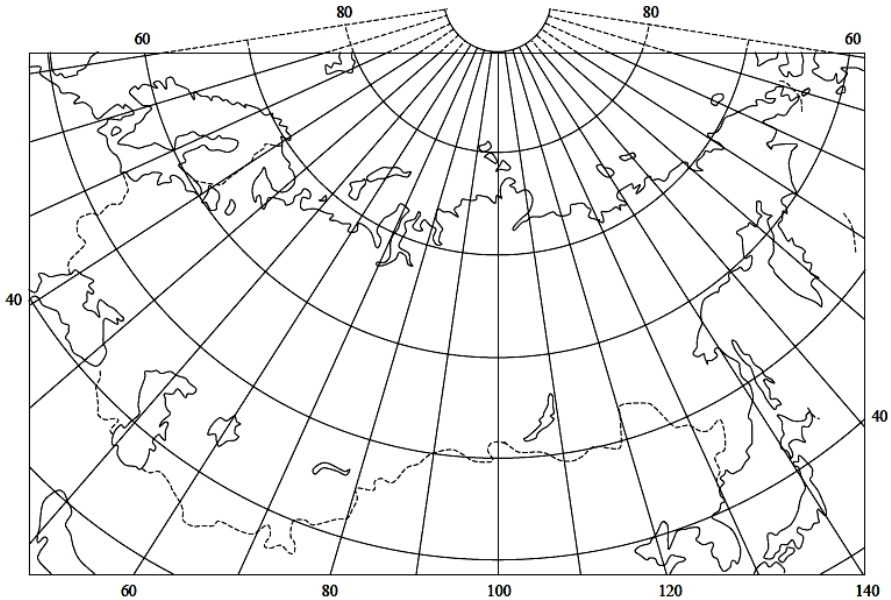


Рис. 2.5.3. Карта для визначення проекції.

Відстані між паралелями за середнім меридіаном залишаються сталі. Отже, проекція рівнопрямна за меридіанами. Використовуючи додаткові ознаки проекції (значення віддалі точки перетину меридіанів від паралелі 90°), уточнюємо за визначником

(див. табл. 4 у додатку 1) назву – нормальна конічна еквідистантна циліндрична проекція Каврайського.

Результати визначення проєкції наведено в табл. 2.5.3.

Таблиця 2.5.3

Приклад оформлення завдання

Найменування додатку	Зображена територія	Форма рамки	Якими лініями зображені меридіани й паралелі	Зміни проміжків між паралелями за прямим меридіаном	Додаткові ознаки проєкції	Вид проєкції за характером спотворення	Назва проєкції
Географічний атлас для вчителів середньої школи, ст. 12	Південна Америка	Прямокутна	Меридіани й паралелі – криві. Екватор – крива	Зменшуються	Проміжки між паралелями з віддаленням від середнього меридіана збільшуються	Рівновелика	Коса азимутальна рівновелика Ламберта

Література: [2, 9, 12, 22, 25, 32]

Контрольні питання

1. За яким принципом класифікують картографічні проєкції?
2. Як поділяють проєкції за характером спотворень?
3. Які ознаки циліндричних проєкцій?
4. Які ознаки конічних проєкцій?
5. Наведіть особливості рівновеликих проєкцій.
6. Які бувають проєкції за видом допоміжної геометричної поверхні?
7. Наведіть ознаки поліконічних проєкцій.
8. Наведіть ознаки псевдоконічних проєкцій.
9. Характерні ознаки псевдоциліндричних проєкцій.

Лабораторна робота № 6 ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ ТОЧОК

Мета роботи: набуття навичок з визначення географічних і прямокутних координат різномасштабних об'єктів, місця розташування об'єкта за його координатами.

Обладнання: навчальні топографічні карти, лінійка, косинець, олівець, методична література.

Теоретичні відомості

Кутові або лінійні величини, які визначають положення точки на будь-якій поверхні або в просторі, називають *координатами*.

Географічні координати – це узагальнене поняття геодезичних і астрономічних координат заданого пункту на земній поверхні, коли допускається збіжність прямовисної лінії й нормалі до земного еліпсоїда.

Географічні координати – кутові величини (довгота й широта), за допомогою яких визначають положення об'єкта або точки на поверхні Землі чи земного еліпсоїда щодо початкового (Гринвіцького) меридіана й екватора (нульової паралелі).

Географічна широта φ – кут, утворений площиною екватора і площиною прямовисної лінії, що проходить через задану точку. Її відраховують на північ і південь від екватора вздовж меридіанів і називають, відповідно, північною (пн. ш.) чи південною (пд. ш.). Змінюється широта від 0 до 90° (рис. 2.6.1).

Географічна довгота λ – кут між площинами початкового (нульового) меридіана й меридіана заданої точки. Її відраховують на схід і захід від Гринвіцького меридіана вздовж паралелей і називають, відповідно, східною (сх. д.) або західною (зх. д.). Змінюється довгота від 0 до 180° (див. рис. 2.6.1).

Топографічні карти будують з урахуванням наближеної до форми Землі фігури – еліпсоїда, щодо якого географічні координати прийнято називати геодезичними й позначати літерами B (широта) і L (довгота).

Для визначення географічних координат за топографічною картою користуються внутрішньою рамкою карти, на якій позначено паралелі й меридіани, а також мінутною рамкою. Сторони цієї рамки розділені на відрізки, які дорівнюють лінійній довжині однієї мінутки відповідних паралелей і меридіанів.

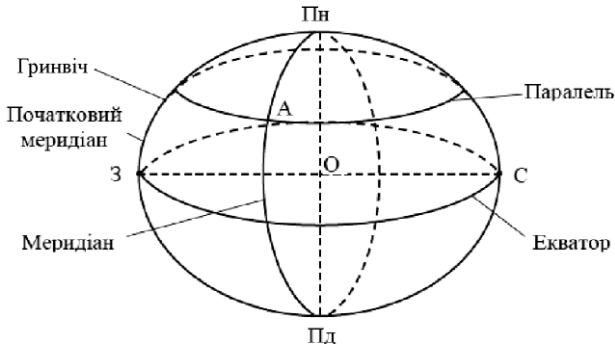


Рис. 2.6.1 Основні лінії та площини еліпсоїда.

Кількість мінутних відрізків на сторонах рамки дорівнює різниці координат її кутів за довготою (на горизонтальних сторонах) і широтою (на вертикальних). Своєю чергою, кожна мінутна поділка розбита точками на 10-секундні відрізки (рис. 2.6.2).

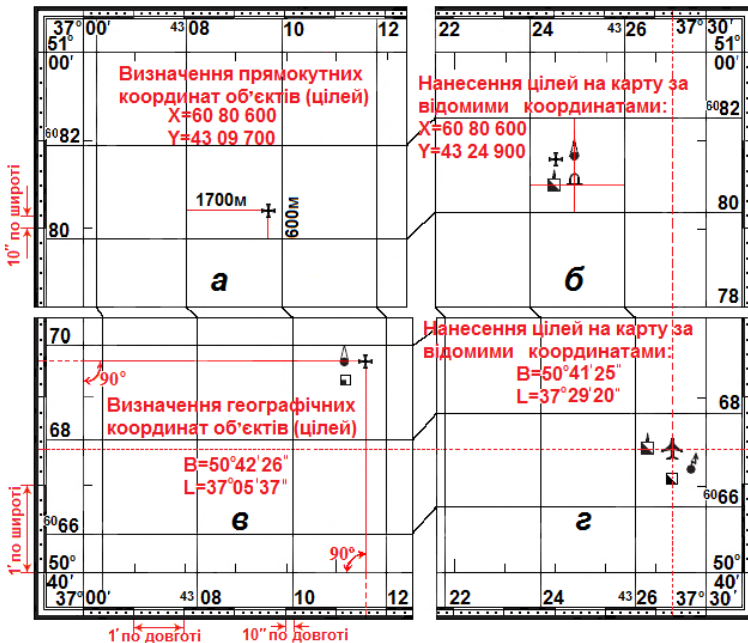


Рис. 2.6.2. Визначення географічних координат і прямокутних координат точки.

Плоскі прямокутні координати визначають положення точок на площині лінійними величинами x та y щодо двох взаємно перпендикулярних прямих, прийнятих за вісь абсцис X і вісь ординат Y (рис. 2.6.3, а). У топографії таку систему створено для кожної координатної зони, яка виділяється на поверхні земного еліпсоїда в разі його зображення в проєкції Гауса–Крюгера. Проєкцію названо на честь німецького математика Карла Фрідріха Гауса (1777–1855), який розробив теорію поперечно-циліндричної рівнокутної проєкції для використання її в цій системі, та німецького астронома й геодезиста Йоганна Гайнріха Луїса Крюгера, який продовжив роботи К. Гауса.

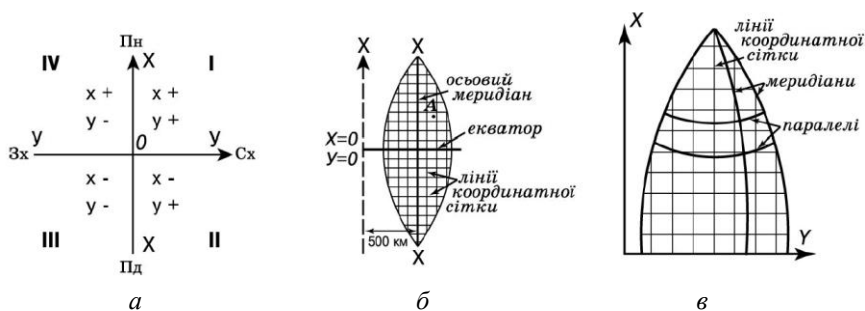


Рис. 2.6.3. Система утворення координатної сітки в прямокутній системі координат.

Особливістю зональної системи Гауса–Крюгера є те, що земну поверхню умовно поділено вздовж меридіанів на 60 зон по 6° довготи кожна. Відлічують зони від Гринвіцького меридіана на схід. Для зображення кожної зони проєкції Гауса земний еліпсоїд проєктують на циліндр, вісь якого перпендикулярна до осі обертання Землі, а бічна поверхня дотикається до осьового меридіана кожної зони.

Урешті-решт отримують плоске зображення $1/60$ частини земної поверхні, яку називають *геодезична зона*. Уся поверхня земної кулі має вигляд шістдесяти таких зон, дотичних по екватору. Віссю абсцис тут є середній (осьовий) меридіан зони, а віссю ординат – лінія екватора. Початок відліку координат – точка O , це перетин осей X і Y , які утворюють чотири чверті; їх рахунок ведуть від осьо-

вого меридіана за годинниковою стрілкою. Північний напрям осі X і східний – осі Y прийнято вважати додатними (зі знаком $+$), протилежні зазначеним напрямам – від’ємними (зі знаком $-$). Положення точки визначене абсцисою X , що дорівнює відстані від екватора до точки, і ординатою Y , що дорівнює відстані точки від осьового меридіана (див. рис. 2.6.3, *a*). Для того, щоб ординати не мали в межах зони від’ємних знаків, початкову точку їхнього відліку умовно вважають такою, що дорівнює 500 000 м. Тому нульову точку виносять за межі зони, і ординати матимуть тільки додатні значення (див. рис. 2.6.3, *b*).

Для зображення положення зони на земній поверхні на початку ординати ставлять її номер. Наприклад, ордината точки A має значення 6 722 738, отже, точка знаходиться в шостій зоні на відстані 722 738 м від початку відліку координат; $722\ 738 - 500\ 000 = 222\ 738$ – це відстань точки від осьового меридіана.

Для спрощення роботи з визначення прямокутних координат на кожному аркуші карти проведені рівновіддалені вертикальні й горизонтальні лінії, що паралельні до осьового меридіана зони й екватора. Відстань між ними в масштабі карти дорівнює 1 км на картах масштабу 1 : 10 000 – 1 : 50 000, 2 км – на карті масштабу 1 : 100 000. Система цих ліній називається в топографії *координатною*, або *кілометровою сіткою*. Значення ліній наведені між внутрішньою й мінутною рамками аркуша карти. Абсциси зазначені на горизонтальних лініях (уздовж західної і східної рамок), ординати – біля вертикальних ліній (уздовж північної й південної рамок). Причому поблизу кутів рамки координати зазначені повністю, а для проміжних ліній – скорочено. Зауважимо, що координатні лінії не паралельні до сторін рамки аркуша карти (див. рис. 2.6.3, *в*).

Місцеположення точки на карті можна наводити скороченими координатами, що містять тільки десятки й одиниці кілометрів, які підписані біля ліній кілометрової сітки. Наприклад, повні координати: $x = 6\ 0163\ 50$, $y = 3\ 456\ 810$, скорочені: $x = 16\ 350$ та $y = 56\ 810$. Квадрат, у якому розташований заданий об’єкт, показують значеннями його нижньої й лівої сторін у десятках кілометрів (перші дві цифри в скорочених координатах). Наприклад, об’єкт із наведеними вище координатами розташований у квадраті 1656.

Для роботи в геоінформаційних системах використовують *десяткові градуси* (decimal degrees). Зазвичай, з карти ми можемо ви-

значити географічні координати, а прилади супутникової навігації дають змогу вирахувати як географічні координати, так і десяткові градуси. Однак залишається проблема переведення одних одиниць в інші. Її вирішують за такою формулою (6.1):

$$\text{Decimal degrees} = \text{Degrees} + \text{Minutes}/60 + \text{Seconds}/3600, \quad (6.1)$$

або

$$\text{Десяткові градуси} = \text{Градуси} + \text{Хвилини}/60 + \text{Секунди}/3600.$$

Завдання

Вправа 1. Самостійно вибрати п'ять об'єктів на карті масштабу 1 : 25 000 Y-34-37-B-4 (Загоряни) та визначити їхні географічні координати.

Спочатку треба провести на карті простим олівцем найближчі до об'єкта південну паралель і західний меридіан. Для цього з'єднують прямими лініями однакові мітки на протилежних сторонах рамки (мітки – границі минутних і 10-секундних відрізків). Однозначними будуть мітки, розташовані на рівних відстанях від кутів рамки аркуша з однаковими значеннями широти або довготи.

Потім від об'єкта (точка А на рис. 2.6.4, а) на проведені паралель і меридіан опускають перпендикуляри ΔB та ΔL і визначають їхню довжину в градусах. Для цього за допомогою вимірювача порівнюють довжину перпендикулярів і відповідних 10-секундних відрізків (ΔB з відрізками на вертикальних сторонах, ΔL – на горизонтальних) і оцінюють на око їхнє значення.

Координати точки А – B_A та L_A – утворюються з координат прокреслених паралелі $B_{\text{пл}}$ і меридіана $L_{\text{зх}}$ і значень перпендикулярів:

$$B_A = B_{\text{пл}} + \Delta B; L_A = L_{\text{зх}} + \Delta L.$$

На рисунку 2.6.4, а: $B_{\text{пл}} = 54^\circ 49'$; $\Delta B = 8''$; $B_A = 54^\circ 49' 08''$;

$L_{\text{зх}} = 18^\circ 13' 40''$; $\Delta L = 9''$; $L_A = 18^\circ 13' 49''$.

За певних навичок можна досить точно проводити паралель і меридіан, які визначатимуть положення об'єкта в системі географічних координат. У цьому випадку досить визначити B паралелі й L меридіана, які проходять через об'єкт (на рис. 2.6.4, а: $B_B = 54^\circ 49' 37''$, $L_B = 18^\circ 14' 30''$).

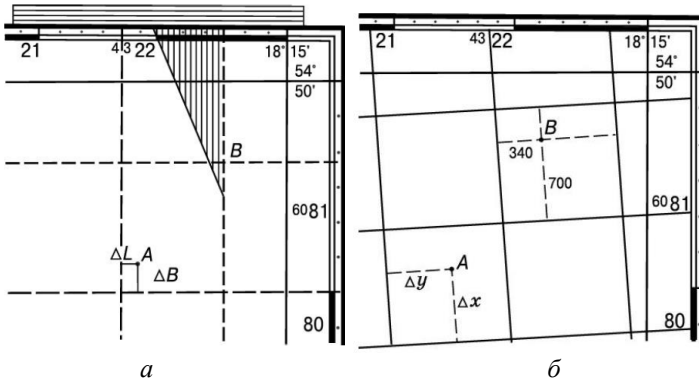


Рис. 2.6.4. Визначення координат у географічній (а) та прямокутній (б) системі координат.

Вправа 2. Визначити прямокутні координати тих самих точок.

Основою для визначення плоских прямокутних координат є кілометрова сітка аркуша карти. Робота починається зі з'ясування значень найближчих до заданого об'єкта нижньої та лівої лінії сітки X_n і Y_n . Потім на ці лінії опускають перпендикуляри й вимірюють їхню довжину в масштабі карти. Так одержують значення Δx і Δy , тоді

$$X_A = X_n + \Delta x; Y_A = Y_n + \Delta y.$$

На рисунку 2.6.4, б: $X_A = 6\ 080\ 000 + 800 = 6\ 080\ 800$, $Y_A = 4\ 322\ 000 + 600 = 4\ 322\ 600$; значення ліній сітки виражені в метрах, як і виміряні Δx і Δy .

Позначення метрів у кінці координат опускають. В окремих випадках прямокутні координати якогось об'єкта N визначають щодо найближчих до нього верхньої і правої ліній сітки. Тоді $X_N = X_b - \Delta x$, а $Y_N = Y_n - \Delta y$.

Вправа 3. На викресленому фрагменті карти масштабу 1 : 10 000 нанести точку за наданими викладачем географічними координатами. Допоміжні лінії, проведені у процесі виконання вправ, не стирати (табл. 2.6.1).

Вправа 4. Розрахувати десяткові градуси для координат точок із вправи 1. Результати навести у вигляді таблиці (табл. 2.6.2).

Таблиця 2.6.1

Завдання для вправи 3

Варіант	Координати пункту	Варіант	Координати пункту
1	ЛНУ, головний корпус – 49°50'25"N, 24°1'21"E	7	Оперний театр – 49°50'39"N, 24°1'34"E
2	Геологічний факультет ЛНУ – 49°50'3"N, 24°1'55"E	8	Порохова вежа – 49°50'34"N, 24°2'8"E
3	Бібліотека ім. Стефаніка – 49°50'10"N, 24°1'34"E	9	гора Високий замок – 49°50'53"N, 24°2'22"E
4	Спорткомплекс ЛНУ – 49°49'56"N, 24°3'44"E	10	Автовокзал Львів – 49°47'13"N, 24°0'59"E
5	Львівська політехніка (головний корпус) – 49°50'9"N, 24°0'52"E	11	Аеропорт – 49°48'59"N, 23°57'17"E
6	Парк Івана Франка (ро- тонда) – 49°50'20"N, 24°1'14"E	12	Залізничний вокзал – 49°50'23"N, 23°59'38"E

Таблиця 2.6.2

Відомість визначення координат і точок на карті

№ з/п	Опис точки	Географічні координати		Прямокутні координати	
		Широта, <i>B</i>	Довгота, <i>L</i>	<i>X</i> , м	<i>Y</i> , м
1	Озеро, с. Давидів (вул. Сонячна)	49°44'39" N	24°8'17" E	5 512 523	5 310 071
2	Геодезичний пункт, с. Давидів	49°43'48" N	24°7'48" E	5 514 688	5 293 254

Література: [15, 18, 24, 35, 49, 50]

Контрольні питання

1. Для чого потрібні координати?
2. Дайте визначення термінів *географічна широта*, *географічна довгота*.
3. Дайте визначення термінів *кілометрова сітка* та *прямокутні координати*.
4. У чому полягає особливість зональної системи Гауса–Крюгера?

5. У чому полягає відмінність між прямокутними й географічними координатами?
6. На які півкулі екватор ділить земну кулю?
7. Які точки з'єднують меридіани?
8. За якою паралеллю кругосвітня подорож буде найдовшою, а за якою – найкоротшою?

Лабораторна робота № 7 **УМОВНІ ЗНАКИ**

Мета роботи: вивчити способи картографічного зображення явищ, зрозуміти їхній зв'язок з характером розміщення явища на території; виявити особливості передачі якісних і кількісних характеристик явищ різними способами; ознайомитися з особливостями оформлення карт; закріпити знання з теоретичної теми 6.

Теоретичні відомості

Картографічні умовні знаки (позначення) – це графічні, образно-знакові побудови (позначення) визначеної величини, форми і кольору, за допомогою яких на картах зображують різні природні й соціально-економічні явища та об'єкти місцевості, а також їхні кількісні й якісні характеристики. Усі об'єкти місцевості зображують на картах в ортогональній проєкції (вигляд зверху) за допомогою точок, ліній або контурів. Умовні знаки розроблено так, щоб їх можна було легко побудувати й викреслити від руки, за допомогою креслярських інструментів або на комп'ютері.

Серед основних **функцій** картографічних знаків зазначимо такі: вони позначають вид об'єкта (пагорб, автомагістраль, озеро), окремі кількісні або якісні його характеристики (висоту пагорба, вид покриття і ширину проїзної частини автомагістралі, глибину озера), розмір та форму об'єкта і його просторове положення, відображають динаміку зображуваних явищ з часом (зростання міст, висихання озер), переміщення (маршрути перельотів, траєкторії циклонів) тощо. Отже, картографічні знаки мають як наочне, так і смислове значення.

Ширші функції виконує сукупність умовних знаків, наприклад, вони засвідчують поєднання і взаємозв'язки об'єктів і явищ, формують просторовий вигляд явищ, дають змогу визначити особливості й закономірності їхнього розміщення тощо.

Знання умовних знаків та їхніх властивостей – необхідна умова розуміння змісту карти, основа вміння “читати” карту, одержувати за її допомогою потрібні відомості про зображену територію, правильно виконувати вимірювальні роботи.

Значна різноманітність об’єктів місцевості за формою та площею зумовлює розподіл умовних знаків. Їх поділяють на площинні (масштабні), лінійні, позамасштабні й пояснювальні (див. теоретичну тему 6).

Якщо об’єкти місцевості зображають у масштабі карти, то використовують **масштабні (площинні) умовні знаки**. Такі умовні знаки оконтурюють площу об’єкта, проте не розкривають ані місце розташування конкретних предметів у межах контуру, ані їхню кількість чи розмір. Іноді замість умовних знаків, які заповнюють контур, використовують фонове забарвлення (наприклад, площа, зайнята лісом, – зеленого кольору, озера – блакитного). Також можна застосовувати заповнення площі штриховим умовним знаком по фоновому забарвленню, або ж замість заповнювального умовного знаку всередині контуру навести пояснювальний підпис.

Об’єкти, які на місцевості мають лінійне простягання (кордони, шляхи сполучення, огорожі, річки тощо), позначають на карті **лінійними умовними знаками**. Такі знаки зберігають у масштабі карти довжину об’єктів, проте за шириною вони позамасштабні. Умовний знак будують за віссю лінійного об’єкта. Зазначимо, що на планах масштабу 1 : 2 000, 1 : 5 000 та ін. дороги виражають у масштабі карти не тільки за довжиною, а й за шириною.

Окремі об’єкти місцевості, площа яких не виражена в масштабі карти, позначають **позамасштабними умовними знаками**. Їхньою проекцією на карту є точка, щодо якої ставлять певний позамасштабний знак (наприклад, пункти державної геодезичної мережі, окремі дерева, покажчики доріг тощо). Такий умовний знак центрують на точку залежно від його форми і рисунка: 1) якщо умовний знак має вигляд геометричної фігури, то дійсному положенню на місцевості цього предмета відповідає його геометричний центр; 2) якщо в зображенні умовного знака є прямий кут, то за центр знака приймають вершину кута або основу підоснови знака; 3) якщо умовний знак зображають фігурою з широкою основою, то такий знак центрують на точку серединою основи; 4) якщо умовний

знак є сполученням декількох фігур, то його центрують на точку центром нижньої фігури.

Позамасштабні умовні знаки орієнтують щодо північної й південної рамок карти або середнього меридіана, а не щодо контуру, у якому він розміщений. Кілометрові стовпи орієнтують стосовно дороги, тобто зображають перпендикулярно до її лінії.

Особливою групою пояснювальних знаків є **буквені й цифрові позначення**, за допомогою яких наводять додаткову якісну або кількісну інформацію. Пояснювальними умовними знаками є, наприклад, знаки, що позначають переважну породу лісу або чагарнику. Тут же можуть наводити кількісну характеристику, яка означатиме середню висоту, середню товщину дерев, густоту лісу. На водоямах позначають середню або максимальну глибину тощо.

Найпростіші графічні символи (крапки, лінії, штрихи) є основою складніших графічних способів, які умовно можна розділити на чотири типи:

- 1) значкові – фігурні й геометричні знаки;
- 2) лінійні – одинарні, подвійні, потрійні лінії, смуги, стрілки;
- 3) площадкові – штрихування, фонові забарвлення, які рівномірно покривають площу значка будь-якого рисунку;
- 4) буквені й цифрові – окремі літери, скорочення або слова, числа тощо.

Графічними способами, які дають змогу урізноманітнити картографічні позначення, є розмір, форма, орієнтування, внутрішній рисунок, колір, його насиченість, особливості зображення тощо.

Підписи (надписи) на картах посідають особливе місце. Найважливішим видом підписів є географічні назви (власні імена) зображених на карті об'єктів. Підписи можна наводити у скороченому вигляді. Зазвичай, підпис розташовують праворуч від умовного знака або на вільному місці там, де його добре видно і щоб не виникло сумніву, до якого умовного знаку він належить. Буквені й цифрові позначення розташовують паралельно до північної й південної рамок карти. Виняток становлять підписи на топографічних планах масштабу 1 :2 000 і крупніше: підписи містяться всередині контуру будівель, посередині, паралельно до довгої сторони будівлі; підписи площинних умовних знаків (город, сад).

Повні або скорочені додаткові підписи можуть позначати тип географічного об'єкта (море, оз., ел.-ст.), надавати якісну (г.-сол.,

забруд. – особливості колодязя; хім., цегл. – спеціалізація заводу) чи кількісну характеристику (висота, відстань між об’єктами, їхня площа), указувати на дату (початок заморозків) тощо.

Детально про способи картографічного зображення й підписи на картах див. у темі 1 (1.6.2–1.6.3).

Параметри умовних знаків (форма, колір, розмір) для топографічних карт і планів наведено в спеціальних таблицях умовних знаків (див. додаток 2), які є обов’язковими для всіх організацій, що провадять топографічне знімання чи укладання топографічної карти (плану) певного масштабу. Умовні знаки всіх масштабів стандартизовані, узгоджені за формою й кольором. Розмір умовного знака змінюється залежно від масштабу. Така стандартизованість полегшує спільне використання карт різного масштабу. Для різних масштабів видають таблиці умовних знаків, наприклад, “Умовні знаки для топографічної карти масштабу 1 : 10 000” (затверджено наказом Міністерства екології та природних ресурсів України від 09.07.2001 р., № 254) згруповані в розділи відповідно до основних об’єктів місцевості: кордони, межі й огорожі; геодезичні пункти; населені пункти й окремі будівлі; промислові, сільськогосподарські й соціально-культурні об’єкти; залізниці й залізничні споруди; автомобільні і ґрунтові дороги; гідрографія; об’єкти гідротехнічні і водного транспорту; об’єкти водопостачання; мости й переправи; рельєф; рослинність; ґрунти і мікроформи земної поверхні; болота й солончаки. Також у таблицях наведено приклади сполучень категорій умовних знаків, а наприкінці – пояснення до умовних знаків за розділами.

Крім умовних знаків, у таких таблицях наводять зразки підписів і шрифтів, шкалу кольорів, що їх застосовують під час друкування карт з параметрами кольору в палітрі CMYK (аббревіатура від англ. Cyan, Magenta, Yellow, Black colour) – субтрактивна колірна модель, яку використовують у поліграфії під час багатофарбового (повноколірного) друку), графіки закладань рельєфу, оформлення рамок і позарамкове оформлення.

В окремих випадках умовні знаки наводять у двох варіантах: для позамасштабного зображення топографічних об’єктів і для їхнього зображення в масштабі карти – коли розмір об’єктів у заданому масштабі більший за розмір відповідних знаків, зображених у таблицях (див. додаток 2).

Завдання

Вправа 1. Ознайомитися з таблицями умовних знаків для відповідного масштабу (додаток 2).

Вправа 2. Визначити об'єкти, зображені на ділянці навчальної карти, призначеної для виконання завдання.

Вправа 3. До виданого завдання олівцем схематично зобразити умовні знаки, які на ділянці карти позначають різні географічні об'єкти місцевості (населені пункти, річки, озера, рельєф, рослинність, залізниці, автошляхи тощо), а також їхні кількісні та якісні характеристики, зазначити їхнє значення.

Література: [11, 15, 17, 24, 26, 28, 30, 31, 41]

Контрольні питання

1. Що таке *картографічні знаки*, які функції вони виконують?
2. У чому полягають особливості побудови масштабних і позамасштабних умовних знаків?
3. У чому полягає відмінність між лінійними і площинними умовними знаками?
4. Для позначення яких об'єктів або явищ використовують способи значків, лінійних знаків, ізоліній?
5. Для позначення яких об'єктів або явищ використовують способи якісного й кількісного фону, точок, ареалів, знаків руху?

Лабораторна робота № 8 ПРОВЕДЕННЯ ГОРИЗОНТАЛЕЙ ЗА ПОЗНАЧКАМИ ВИСОТИ

Мета роботи: Ознайомитися з особливостями зображення висотних позначок території на дрібномасштабних картах; відпрацювати початкові навички в зображенні рельєфу олівцем; закріпити знання з теоретичної теми 1 (1.7.4).

Обладнання: навчальні карти, завдання для побудови рельєфних карт, олівці, лінійки.

Теоретичні відомості

Рельєф – це сукупність нерівностей земної поверхні. Одним із універсальних способів зображення рельєфу є спосіб горизонталей.

Горизонталь є умовною кривою лінією, яка з'єднує точки земної поверхні з однаковими висотами. Серед основних властивостей горизонталей є те, що всі точки, які знаходяться на ній, мають однакову абсолютну висоту. Отже, на карті з горизонталями можна визначити абсолютну висоту точок земної поверхні, перевищення між ними, напрям схилу і його стрімкість (рис. 2.8.1).

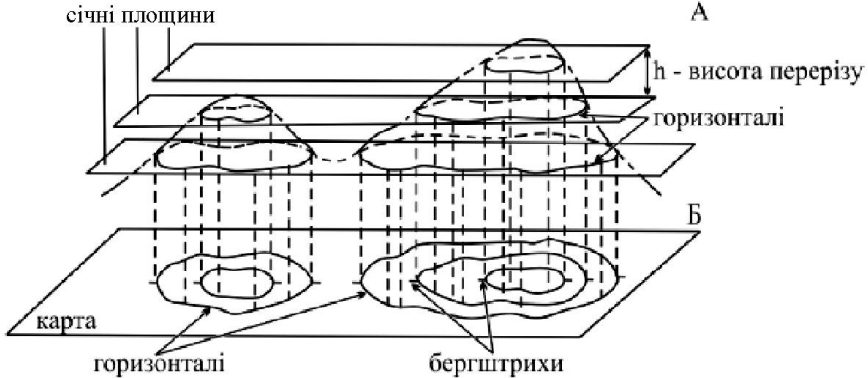


Рис. 2.8.1. Принцип утворення горизонталей.

Висотою точки називають довжину відрізка перпендикулярної лінії від точки до рівневої поверхні.

Абсолютна висота – висота точок місцевості, яку відраховують від рівня моря (Світового океану), за який прийнято нульову позначку Кронштадтського футштока (від нім. *Fußstock* або нід. *voetstok* – рейка або жердина з поділками на водомірному посту для спостережень за рівнем води в морі, річці, озері. Кронштадт – адміністративний район Санкт-Петербурга) – так звана Балтійська система висот, яку використовують головно в країнах пострадянського простору (у Німеччині, наприклад, є футштоки і станції спостереження на р. Рікк, на р. Мілденіц у Кледені, на Емс-Вехтському каналі та ін.).

Відносна висота – висота будь-якої точки щодо висоти іншої точки, що дорівнює різниці абсолютних висот цих точок.

Задана відстань між сусідніми площинами перерізу (площиною можна вважати обмежену ділянку рівневої поверхні) називається *висотою перерізу* h . На карті h дорівнює різниці висот двох сусідніх горизонталей (див. рис. 2.8.1). На вітчизняних картах рів-

нинні території з кутами нахилу до 6° зображують горизонталями з такими висотами перерізу: 2,5 м (на картах масштабу 1 : 10 000), 5 м (1 : 25 000), 10 м (1 : 50 000), 20 м (1 : 100 000). Висоту перетину рельєфу зазвичай підписують під південною рамкою листа карти (плану). Залежно від рельєфу й масштабу карти (плану), вона може мати значення 0,25; 0,5; 1,0; 2,0; 5,0; 10,0; 20,0; 50,0; 100,0.

Позначки горизонталей кратні висоті перетину рельєфу. Кожну п'яту горизонталь проводять потовщеною лінією й підписують її висоту в розриві горизонталі згідно з напрямом схилу місцевості (верх підпису позначає напрям підвищення схилу). Такі підписи важливі для полегшення читання рельєфу.

Іноді для детальнішого відображення рельєфу застосовують напівгоризонталі (штрихові лінії), висоти яких кратні половині висоти перетину рельєфу. На відміну від основних горизонталей, напівгоризонталі можна обривати, як тільки в них мінає потреба. Для візуального визначення напрямку схилів перпендикулярно до горизонталі проставляють *бергштрихи* (короткі штрихи, які накреслюють перпендикулярно до горизонталі або іншої ізолінії), які спрямовані в бік зниження схилу (рис. 2.8.2).

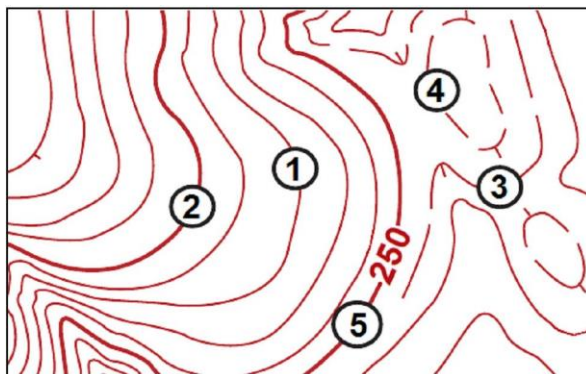


Рис. 2.8.2. Види горизонталей:

1 – основні; 2 – основні потовщені; 3 – додаткові (напівгоризонталі);
4 – допоміжні (чверті); 5 – підписи горизонталей у метрах.

Для характеристики рельєфу на карті підписують висоту характерних точок (наприклад, вершини, колодязі, перехрестя доріг тощо). Спосіб горизонталей дає змогу передавати на карті додатні й

від’ємні форми рельєфу і визначати елементи окремих форм. Серед додатних форм розрізняють пагорби, гори, хребти, до від’ємних належать улоговини, долини, балки, яри, сідловини.

Елементами форм рельєфу є підошва, схил, вершина пагорба або гори; русло, заплава і тераса річкової долини; дно улоговини, брівка (уступ) та схил улоговини або долини тощо.

Завдяки наочності способу горизонталей на карті можна визначати характерні лінії рельєфу: *вододіл* – лінію, що розділяє стік атмосферних опадів по схилах, що спрямовані в різні боки, *тальвег* (лінію водостоку) – лінію, що з’єднає найнижчі точки дна річкової долини, балки, яру (рис. 2.8.3).

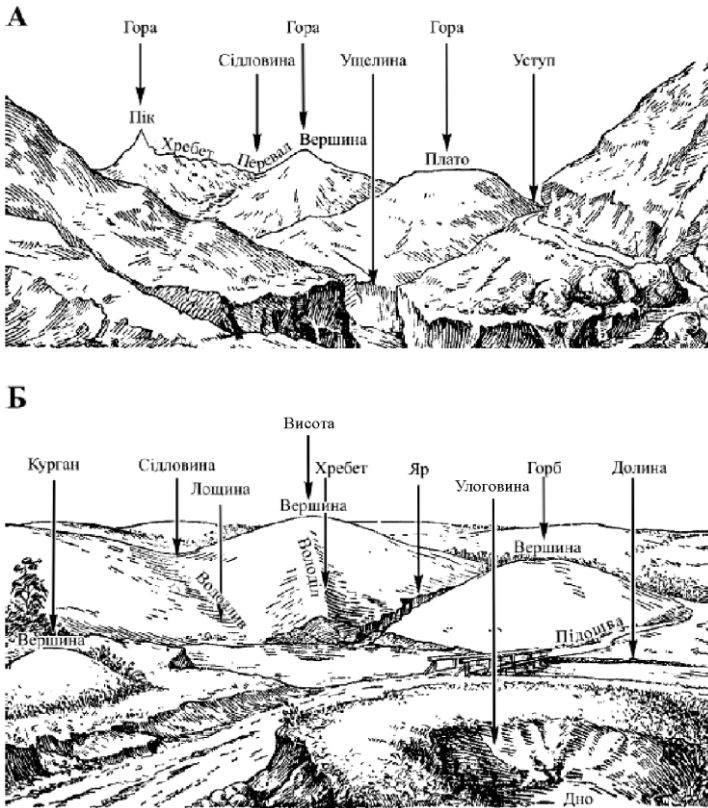


Рис. 2.8.3. Типові форми рельєфу:
 А – гірська місцевість; Б – горбиста місцевість.

Серед основних *форм рельєфу* розрізняють такі.

Гора, пагорб – куполоподібне підвищення земної поверхні. Найвища точка – вершина, бокова поверхня – схили, нижня частина – основа або підосва гори (рис. 2.8.4, а).

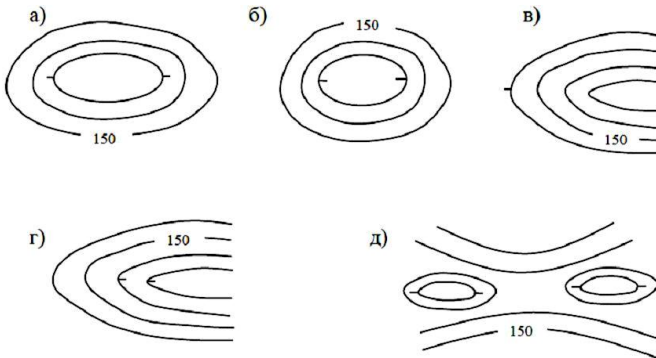


Рис. 2.8.4. Основні форми рельєфу, зображені горизонталями.

Улоговина, котловина – це чашоподібне заглиблення земної поверхні. Найнижча точка – дно, бокові поверхні – схили, лінія перетину з рівнинною місцевістю – брівка. Гору й улоговину на карті (плані) зображують замкнутими кривими. Бергштрихи на горизонталях гори спрямовані від її вершини до основи, на горизонталях улоговини – у напрямі до дна (див. рис. 2.8.4, б).

Хребет – витягнута височина, уздовж якої проходить вододільна лінія (див. рис. 2.8.4, в).

Лощина – витягнуте зниження земної поверхні, уздовж якого проходить лінія водостоку (див. рис. 2.8.4, г).

Сідловина – зниження між двома сусідніми гірськими вершинами або підвищення, що за формою нагадує сідло (див. рис. 2.8.4, д).

Відстань на карті між сусідніми горизонталями за заданим напрямом називається **закладенням** (відривки на рис. 2.8.5). Закладення, напрям якого перпендикулярний до горизонталей, називається **закладенням схилу d** . Крутизну схилу характеризують кутом нахилу v , що утворений площиною схилу й горизонтальною площиною в заданій точці (див. рис. 2.8.5).

Ухил місцевості i – це співвідношення висоти перерізу до закладення (закладення схилу): $i = h : d = \text{tg } v$ (детальніше див. у лабораторній роботі № 9).

На карті горизонталі й інші умовні знаки природних форм рельєфу показують коричневим кольором, а штучні форми й окремі об'єкти, які різко виділяються на загальному тлі місцевості, наприклад, камені-орієнтири, пасма чи скупчення каменів, – чорним.

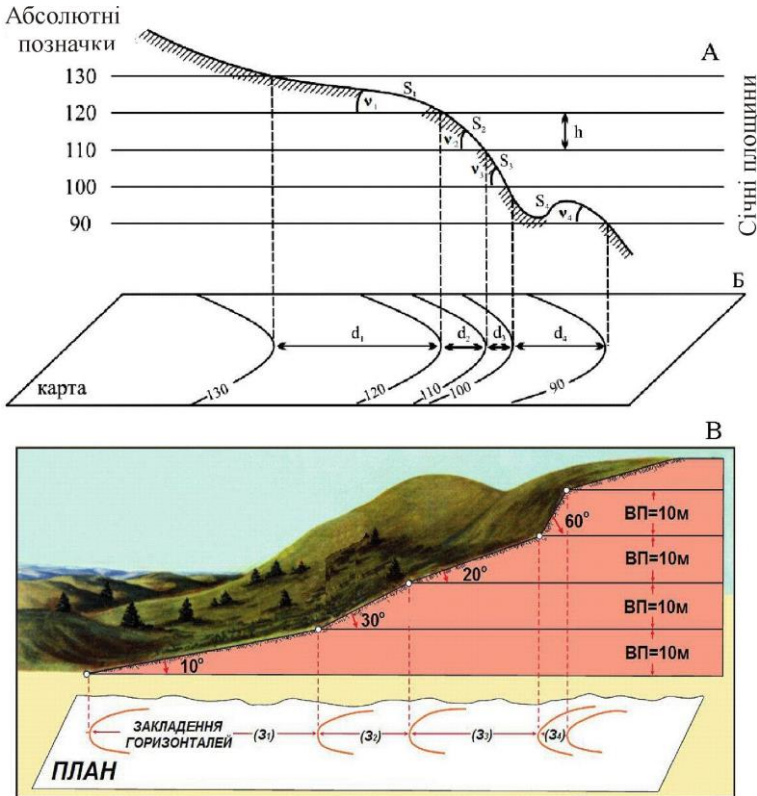


Рис. 2.8.5. Елементи схилу (А), відображення елементів схилу горизонталями на карті (Б) та взаємозв'язок між стрімкістю (крутизною) схилу, закладанням горизонталей і висотою перерізу рельєфу на карті (В): S – ділянки земної поверхні; h – висота перерізу рельєфу; v – кут нахилу схилу; d – закладення ділянок схилу

Горизонталі проводять за даними топографічних знімачь, унаслідок яких визначають планові й висотні положення характерних точок рельєфу місцевості. Такі точки (підкети) вибирають на лініях вододілів і водостоків, на вершинах, сідловинах, перегибах схилів тощо.

Визначення позначки точки. Потрібно обчислити позначку точки з відомими координатами на карті. Точка може розміщуватися на горизонталі, між горизонталями з різними або однаковими позначками, у середині замкнутої горизонталі (рис. 2.8.6).

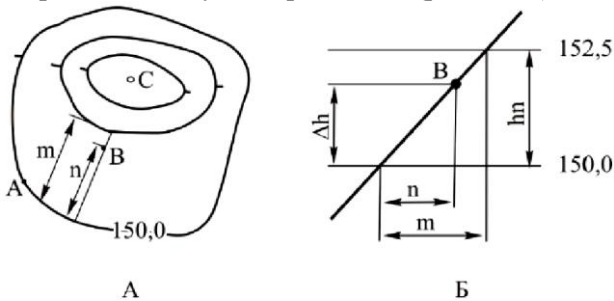


Рис. 2.8.6. Визначення позначок точок.

Точка А розміщена на горизонталі (див. рис. 2.8.6, А), позначка точки h_A дорівнює позначці горизонталі, тобто $h_A = 150,00$ м.

Точка В розміщена між горизонталями. Потрібно визначити перевищення точки В, для чого вимірюють відстані n і m (див. рис. 2.8.6, Б), а позначку обчислюють за формулою (8.1):

$$h_B = h_1 + \Delta h, \quad (8.1)$$

де Δh – перевищення точки над горизонталлю, м; $\Delta h = (h_1 - h_2)n/m$, де h_1, h_2 – позначки суміжних горизонталей, обчислені за картою за підписами горизонталей, м; n – відстань від точки до горизонталі з меншою позначкою, мм; m – відстань між суміжними горизонталями, мм.

Перевищення точки В: $\Delta h = (152,5 - 150,0)15/20 = 1,88$ м, а її позначка $h_B = 150,00 + 1,88 = 151,88$ м.

Позначку точки С (див. рис. 2.8.6, А), яка розміщена в середині замкнутої горизонталі h_C або між горизонталями з однаковими позначками, розраховують за формулою (8.2):

$$h_C = h_1 + 0,5h_n, \quad (8.2)$$

де h_n – висота перерізу між горизонталями, яку додають, якщо точка розміщена на вершині горба, і віднімають, якщо точка розміщена на дні котловини.

Позначка шуканої точки С:

$$h_c = 155,00 + (0,5 \times 2,5) = 156,25 \text{ м.}$$

Перевищення точок, які лежать у різних частинах карти, обчислюють так само, тобто за різницею абсолютних позначок.

Є два способи визначення висотних позначок:

1. Якщо відома висота точки, то позначкою горизонталі буде цифра, кратна висоті перерізу даної карти. На рисунку 2.8.7, а горизонталь є нижче від позначки 167,5, отже, позначкою горизонталі буде найближча знизу до 167,5 цифра, кратна висоті перерізу рельєфу даної карти.


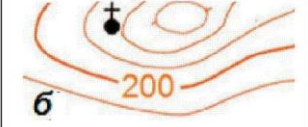
За висоти перерізу	5 м	10 м	20 м	40 м
 <p>а</p>	165	160	160	160
	160	150	140	120
	155	140	120	80
 <p>б</p>	208	217	235	265

Рис. 2.8.7. Визначення висоти позначок горизонталей (а) і точки (б).

2. Позначку точки між двома суміжними горизонталями визначають інтерполяцією позначок горизонталей (див. рис. 2.8.7, б).

Завдання *проведення горизонталей на плані й карті* зводиться до визначення положення точок з позначками висоти, кратними прийнятій висоті перерізу рельєфу на ділянці між точками з позначками висоти, визначеними в процесі знімання. Цей процес називається *інтерполяція*. Її проводять на кожній ділянці між точками на плані або карті. Для спрощення визначення ділянок інтерполяції попередньо проводять напрями схилів. Після визначення положення всіх необхідних точок ті з них, що мають однакові позначки, з'єднують горизонталями.

Інтерполяцію можна проводити аналітичним або графічним способом. Графічний, який застосовують частіше, ґрунтується на

використанні різного виду палеток. Зокрема, серед палеток використовують зображення ряду паралельних рівновіддалених ліній, що проведені на звичайному або міліметровому папері (рис. 2.8.8).

Білі лінії палетки підписують значення горизонталей, які будуть проведені на ділянці (їх можна назвати шкалою висот). Приклад визначення шкали висот на палетці наведено нижче.

Інтерполяцію з висотою перерізу 5 м проводять між точками з позначками 122,1 м і 136,5 м. Підбирають числа, кратні п'яти, які є в інтервалі між зазначеними значеннями висот, а також до і після них. Отже, шкала висот для інтерполяції на розглянутій ділянці повинна складатися з позначок 120, 125, 130, 135 і 140 м.

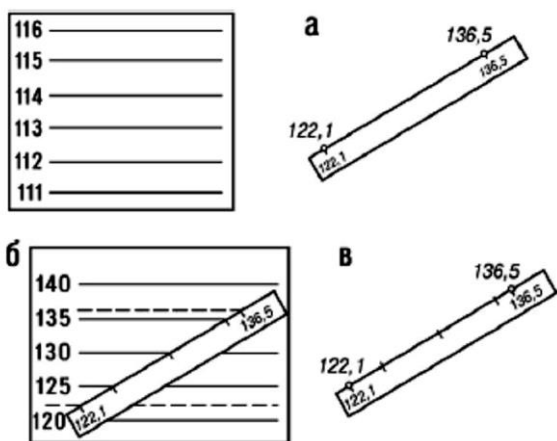


Рис. 2.8.8. Проведення інтерполяції графічним методом.

Щоб визначити на карті або плані положення точок, через які будуть проведені горизонталі, спочатку беруть смужку паперу, прикладають її до лінії інтерполяції, позначають на ній положення точок і підписують їхню висоту (див. рис. 2.8.8, а). Потім прикладають смужку до заздалегідь підготовленої палетки, на якій додатково прокреслено лінії з позначками, що відповідають висоті точок (на рис. 2.8.8, б показані штриховими лініями), причому стежать за тим, щоб положення точок, позначені на смужці, збігалися з однойменними лініями палетки (див. рис. 2.8.8, б). Намічають на смужці перетини її краю з лініями палетки. Ці перетини показують положення горизонталей на ділянці інтерполяції. Знову приклавши смужку до лінії інтерполяції на карті або плані, переносять на нього намічені

точки (див. рис. 2.8.8, в). Так проводять інтерполяцію між усіма точками.

Перед інтерполяцією потрібно вивчити розміщення пікетів на плані й визначити характерні елементи рельєфу (вершини, хребти, улоговини тощо).

Проведення горизонталей зручно починати від вершин рельєфу, оскільки найближчі до них намічені точки в усіх напрямках схилів мають однакові позначки і можуть бути легко з'єднані однією горизонталлю. Після завершення інтерполяції точки з однаковими позначками з'єднують спочатку схематично (рис. 2.8.9, б), а потім виконують укладання горизонталей, за якого згладжують лінії, уточнюють положення горизонталей в усіх напрямках для того, щоб на схилах однакової крутості відстані між ними були рівні (див. рис. 2.8.9, в).

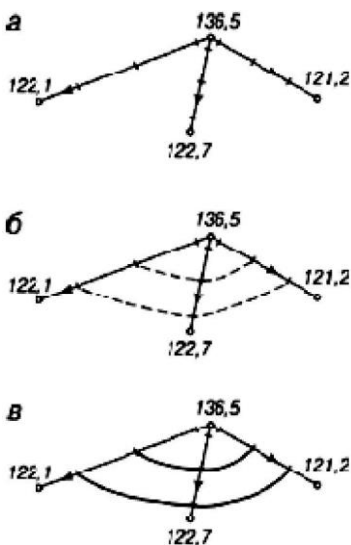


Рис. 2.8.9. Проведення горизонталей за результатами інтерполяції.

Завдання

Виконати інтерполяцію горизонталей за позначками висот. На виданому викладачем бланку показано планове положення точок та їхнє значення. Викреслити горизонталі потрібно простим олівцем,

виділяючи потовщені горизонталі. Підписати окремі позначки точок і горизонталі.

Література: [12, 15, 21, 24, 35]

Контрольні питання

1. Що таке *рельєф місцевості*?
2. Які форми рельєфу ви знаєте?
3. Як зображають рельєф на топографічних картах?
4. Що таке *висота перерізу*?
5. Якими показниками характеризують крутизну схилу?
6. Чим відрізняється абсолютна висота від відносної?
7. Для чого використовують бергштрихи?

Лабораторна робота № 9

ПОБУДОВА ПРОФІЛЮ МІСЦЕВОСТІ Й ІНШІ ЗАДАЧІ, ЯКІ РОЗВ'ЯЗУЮТЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ГОРИЗОНТАЛЕЙ

Мета роботи: навчитися читати рельєф на топографічних і оглядових загальногеографічних картах та визначати його кількісні й якісні характеристики; відпрацювати початкові навички зображення рельєфу й побудови профілю.

Теоретичні відомості

Крутизна (стрімкість) схилу – це вертикальний кут v , утворений напрямом схилу і рівневою поверхнею (горизонтальною площиною). *Напря́м схилу* – це напрям найкоротшої відстані від верхньої точки схилу до нижньої, за якою крутизна схилу найбільша.

Крутизну лінії схилу, або похил місцевості, визначають за такими формулами (9.1):

$$i = \operatorname{tg} v = \frac{h}{d}, \quad v^\circ = \frac{h}{d} \rho^\circ, \quad v^\circ = 57,3^\circ \frac{h}{d} \approx 60^\circ \frac{h}{d}, \quad (9.1)$$

де i – похил лінії місцевості; v – кут нахилу лінії до горизонту; v° – кут нахилу лінії до горизонту, виражений у градусах; h – висота перерізу рельєфу; d – виміряна за картою відстань між сусідніми горизонталями, або закладення схилу.

За тангенсом можна визначити значення кута нахилу за допомогою калькулятора або за таблицями тригонометричних функцій. За невеликої стрімкості схилу можна прийняти таке (9.2):

$$\operatorname{tg} v = v, \text{ тоді } v^\circ = h : d \times \rho^\circ. \quad (9.2)$$

Приймаючи $\rho^\circ = 60$ (як результат округлення 57), одержуємо просту формулу для обчислення малих кутів нахилу (9.3):

$$v^\circ = h : d \times 60. \quad (9.3)$$

Щоб спростити визначення крутизни схилів і похилів місцевості, використовують спеціальний графік – *графік закладень*. Він розміщений на аркуші карти й показує залежність між величиною закладення схилу і кутами нахилу (рис. 2.9.1). Довжини вертикальних відрізків між горизонтальною основою графіка і розташованою над нею кривою дорівнюють закладенню за конкретного значення кута нахилу, яке наводять під основою.

Для побудови графіка закладень горизонтальну лінію поділяють на однакові відрізки довільної довжини й на кінцях відрізків підписують значення кутів нахилу, починаючи від $0^\circ 30'$ і далі 1, 2, ... до 20° .

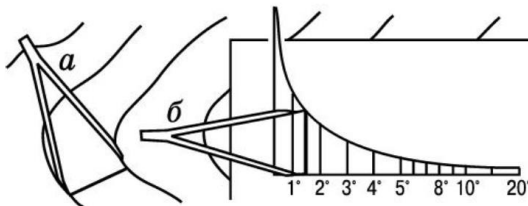


Рис. 2.9.1. Визначення крутизни схилу за графіком закладень.

Потім обчислюють закладення, які відповідають кожному значенню кута нахилу для прийнятої висоти перерізу рельєфу за формулою (9.4):

$$d = h \operatorname{ctg} v. \quad (9.4)$$

Одержані значення закладень, виражені в масштабі карти, відкладають на перпендикулярах до горизонтальної лінії навпроти відповідних кутів нахилу. Через верхні кінці перпендикулярів проводять плавну криву за допомогою лекала. Щоб визначити крутизну схилу за графіком закладень, циркулем-вимірювачем визначають на схилі відстань між двома сусідніми горизонталями (див. рис. 2.9.1), потім його прикладають до графіка закладень так, щоб одна ніжка циркуля була на горизонтальній лінії, а друга – на кривій.

На горизонтальній лінії графіка зчитують крутизну схилу в градусах. У нашому випадку (див. рис. 2.9.1) крутизна схилу v за напрямом становить $1^\circ 30'$. Під час виконання завдання будують

графік закладень для кутів нахилу $0^{\circ}30'$, 1, 2, 3, 4, 5, 10, 20° і висоти перерізу рельєфу для заданої топографічної карти.

На підставі залежності між крутизною схилів і густиною горизонталей легко визначити мінімальні й максимальні значення кутів нахилу на заданому напрямі (а також ухилів): їхні максимальні значення будуть на ділянці з найбільш густим розташуванням горизонталей, мінімальні – там, де відстань між горизонталями найбільша.

Визначення форми схилів за топографічною картою. Схили – одна з важливих деталей рельєфу. Особливості схилів визначені такими взаємопов'язаними й взаємозалежними елементами:

- крутизна – кут нахилу схилу до горизонтальної площини (рівневої поверхні);
- висота – перевищення верхньої точки схилу над нижньою;
- напрям схилу – напрям найкоротшої відстані від верхньої точки схилу до нижньої, за якою крутизна схилу найбільша;
- довжина, або протяжність, схилу;
- закладання – проекція схилу (його довжини) на горизонтальну площину (горизонтальні прокладання на рівневій поверхні).

Звичайно схили класифікують за крутизною (табл. 2.9.1) і формою.

Таблиця 2.9.1

Класифікація схилів за крутизною

Схили за крутизною	Крутизна, °
Пологі	до 10
Середні	до 20
Круті	до 30
Великої крутості	до 40
Дуже круті	до 60
Урвисті	> 60

За формою схили бувають рівні, опуклі, увігнуті і хвилясті. На топографічній карті форми схилів визначають за взаємним розташуванням горизонталей на схилі. На рівному схилі горизонталі розташовані на однакових відстанях. Горизонталі опуклого схилу зближуються до підошви, а на увігнутому, навпаки, – до вершини. На хвилястому схилі відстані між горизонталями то менші, то більші.

Профіль – зображення розрізу місцевості за допомогою вертикальної площини. Профіль складають у такій послідовності. На карті прокреслюють напрям профілю (лінію А–Б), уздовж якого визначають позначки всіх горизонталей за цією лінією. Визначають максимальну й мінімальну позначки висот точок на лінії профілю, а потім – амплітуду висот для всього профілю. Це потрібно для правильного вибору початку відліку висот. Потім вибирають вертикальний масштаб так, щоб він був більший від горизонтального у слабко розчленованій місцевості у 10 разів, а в гористій – у п’ять разів. Далі на аркуші міліметрового паперу будують дві взаємно перпендикулярні прямі – горизонтальну й вертикальну осі профілю. Щоб профіль не перетинав горизонтальну вісь (основу профілю) і був у середньому розміщений вище від неї на 5–6 см, потрібно правильно вибрати позначку основи профілю, кратну 10 м (рис. 2.9.2). Від встановленої позначки умовного горизонту згідно з вибраним масштабом на вертикальній осі ставлять позначки висоти всіх горизонталей, які перетинають лінію профілю, і через ці позначки олівцем проводять горизонтальні прямі.

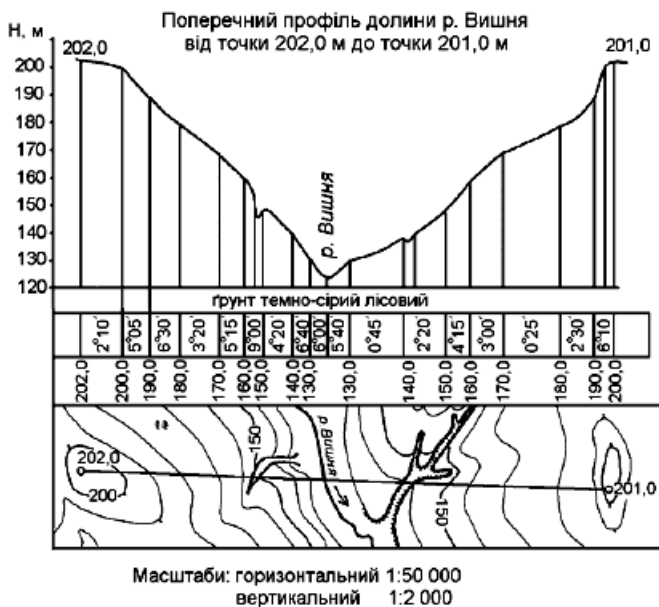


Рис. 2.9.2. Складання профілю за топографічною картою.

Циркулем-вимірювачем з карти беруть закладення за лінією профілю і відкладають їх на горизонтальній осі. З кожного кінця відрізка проводять перпендикуляри до перетину з горизонтальною лінією, яка має позначку даної горизонталі.

Отримані точки з'єднують плавною кривою, яка і буде профілем лінії А–Б.

Далі викреслюють смугу (завширшки 15 мм) середніх кутів нахилу схилу за лінією, які визначають за допомогою графіка закладень. Нижче будують іншу смугу шириною 15 мм, у якій напроти кожного перпендикуляра підписують абсолютну висоту його точки. Далі на відстані 20 мм проводять паралельну лінію. В одержаній смугі посередині червоним кольором прокреслюють лінію А–Б. У цій смугі копіюванням з карти кольором показують усю наявну ситуацію (рельєф, інші контури й об'єкти) з обох боків лінії А–Б. Профіль рисують на аркуші міліметрового паперу чорною тушшю відповідно до зразка (див. рис. 2.9.2).

Визначення за картою взаємної видимості між точками полягає у виявленні перешкод, які можуть закрити об'єкт від погляду спостерігача (рис. 2.9.3).

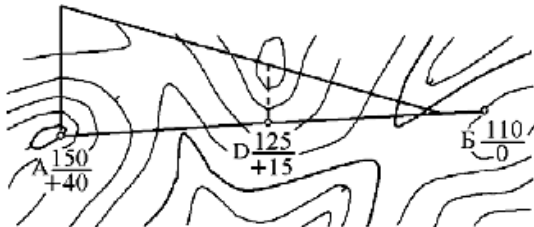


Рис. 2.9.3. Визначення взаємної видимості між точками.

Для визначення видимості точки Б з пункту спостереження А на карті прокреслюють між ними пряму лінію і позначають на ній точку D, що лежить на хребті, який, згідно з оцінкою на око, може заважати спостереженню (див. рис. 2.9.3). Визначають позначки всіх трьох точок. Наприклад, $H_A = 150$ м, $H_D = 125$ м, $H_B = 110$ м. Ставлять нуль біля точки з найменшою позначкою, а в інших точках підписують їхні перевищення стосовно нульової точки.

У нашому випадку точка Б є нульовою, точка D вища від неї на 15 м, а точка А – на 40 м. З точок А і D проводять перпендикуляри до лінії А–Б і відкладають на них у довільному масштабі значен-

ня перевишень: від точки D – 15 мм, від точки A – 40 мм. Через кінці перпендикулярів проводять пряму лінію, яку називають променем зору. Якщо ця пряма перетне лінію A–B, то проміжна точка D не заважатиме бачити задану точку B. Якщо перетин буде на продовженні лінії A–B, то видимості між заданими точками нема. У разі, якщо проміжною точкою буде місцевий об'єкт (ліс, інженерна будівля), потрібно до позначки місця, на якому він стоїть, додати його висоту.

Завдання

Вправа 1. Скласти графік закладень.

Вправа 2. Визначити форми схилів за профілем на топографічній карті.

Вправа 3. Скласти профіль за лінією A–B (горизонтальний масштаб профілю дорівнює масштабу карти).

Вправа 4. Визначити взаємну видимість між точками A і B, B і B, B і A.

Література: [2, 12, 15, 17, 24, 35]

Контрольні питання

1. Наведіть визначення таких термінів, як *висота перерізу рельєфу, закладення горизонталей, крутизна схилу.*
2. Як визначити крутизну схилу на карті?
3. Як побудувати масштаб закладень для ухилів і для чого його застосовують?
4. Які елементи схилів ви знаєте?
5. Як класифікують схили?
6. Що називають профілем місцевості?
7. У чому полягають особливості побудови профілю за картою?
8. Як можна визначити взаємну видимість між точками на карті?

Лабораторна робота № 10 КУТИ ОРІЄНТУВАННЯ

Мета роботи: засвоїти прийоми визначення кутів напрямів на топографічних картах і залежності між дирекційними кутами, географічними й магнітними азимутами.

Теоретичні відомості

Орієнтування лінії на місцевості або карті – це визначення її напрямку щодо іншого напрямку, який приймають за вихідний (початковий).

Положення орієнтованої лінії зазначають величиною кута, який називають *кутом орієнтування* між вихідним і зумовленим напрямками. За *вихідні напрями* приймають географічний меридіан (на топографічних картах його називають *істинний*), магнітний меридіан (збігається з напрямом вільно підвішеної магнітної стрілки) і осьовий меридіан. На схемах взаємного положення меридіанів, розміщених на картах, перший напрям позначають зірочкою, другий – прямою стрілкою, третій – зворотною стрілкою (рис. 2.10.1, б).

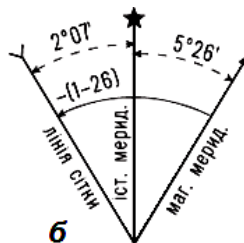
Основний вихідний напрям – напрям географічного меридіана. Орієнтувальними кутами напрямку є азимут, дирекційний кут, румб.

Кути орієнтування:

- азимут географічний, або істинний A – кут, який відраховують від північного напрямку географічного меридіана до заданого напрямку;

Схилення на 2015р. східне $5^{\circ}26'$ (0–91). Середнє зближення меридіанів західне $2^{\circ}07'$ (0–35). При прикладанні бусолі (компаса) до вертикальних ліній координатної сітки середнє відхилення магнітної стрілки східне $7^{\circ}33'$ (1–26). Річна зміна схилення східна $0^{\circ}02'$ (0–00). Поправка в дирекційний кут при переході до магнітного азимуту мінус (1–26). Примітка. В дужках показані поділки кутоміра (одна поділка кутоміра – $3.6'$).

а



б

Рис. 2.10.1. Вихідні дані про магнітне схилення, зближення меридіанів і поправки напрямку на картах:

а – з текстової довідки; *б* – зі схеми.

- азимут магнітний AM – кут, який відраховують від північного напрямку магнітного меридіана до заданого напрямку;

- дирекційний кут α – кут, який відраховують від північного напрямку осьового меридіана або лінії, паралельної до нього, до заданого напрямку.

Усі зазначені кути відраховують за годинниковою стрілкою, вони змінюються від 0 до 360° .

Румб r – кут, який відраховують від найближчого північного або південного напрямку будь-якого меридіана (рис. 2.10.2, б). Румб змінюється від 0 до 90° і знаходиться в певній чверті, яку позначають відповідним напрямком, тому до кутової величини румба додають позначення чверті, у якому знаходиться орієнтована лінія. Наприклад, $A = 29^\circ$, $r = \text{ПнСх}:29^\circ$.

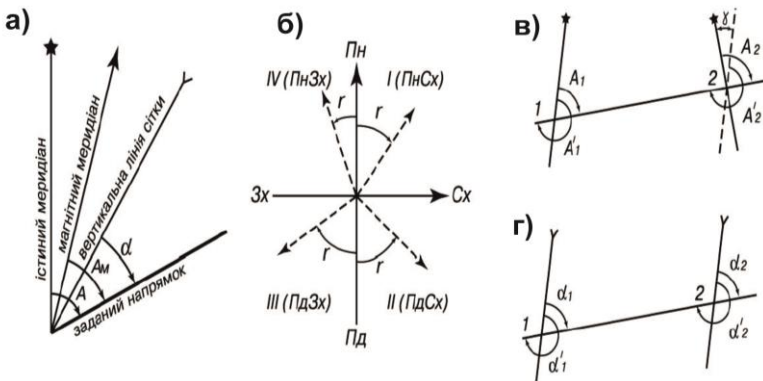


Рис. 2.10.2. Румби та прямі й зворотні кути орієнтування.

Географічний і магнітний меридіани, а також лінія, паралельна до осьового меридіана, вертикальна лінія сітки або просто лінія сітки, проведені через одну точку на карті, не збігаються. Магнітний меридіан відхиляється від географічного на кут, який називають *схиленням магнітної стрілки*, або *магнітним схиленням* δ .

Істинний азимут визначають астрономічними методами або за допомогою спеціальних геодезичних приладів. Напрями істинних меридіанів різних точок земної поверхні між собою непаралельні (рис. 2.10.3).

Тому азимути лінії, визначені в різних її точках, мають різні значення і відрізняються на кут зближення меридіанів γ (10.1):

$$A_2 = A_1 + \gamma. \quad (10.1)$$

Зближення меридіанів визначають за формулою (10.2):

$$\gamma = \Delta L \sin B_m, \quad (10.2)$$

де ΔL – різниця довгот точок відліку; B_m – середня широта лінії.

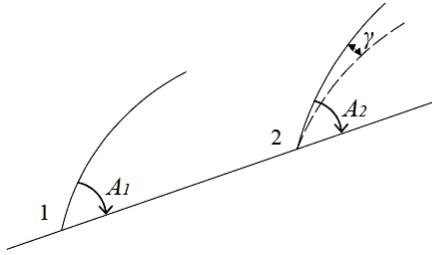


Рис. 2.10.3. Зближення меридіанів.

Під час робіт з топографічними картами користуються зближенням меридіанів у заданій точці щодо осевого меридіана зони (так зване Гаусове зближення). Воно дорівнює горизонтальному куту між північним напрямом істинного меридіана в заданій точці і лінією, що паралельна до осевого меридіана зони. Кут γ для точок, розміщених на захід від осевого меридіана, від'ємний (–), а на схід – додатний (+).

Магнітний меридіан і лінія сітки відхиляються від географічного меридіана або на схід, або на захід. Східне схилення вважають додатним, тому δ і γ мають знак плюс (+), західне схилення прийнято вважати від'ємним, δ і γ у цьому випадку мають знак мінус (–) (рис. 2.10.4).

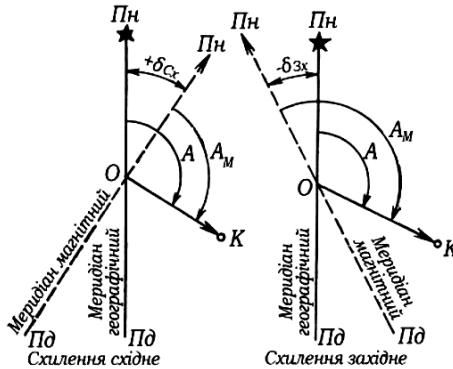


Рис. 2.10.4. Взаємовідношення географічного, магнітного меридіанів і схилення.

Схилення змінюється з часом і в просторі. На території України воно коливається від $+2^\circ$ до $+6^\circ$. Розрізняють добові, річні й вікові зміни схилення. Якщо добові порівняно малі, то річні й вікові можуть досягати десятків градусів за кілька століть. Схилення змінюється також під впливом магнітних бур, полярного саява, сонячної активності. Правильність показів магнітної стрілки порушується в районах залягання залізних руд та інших магнітних аномалій.

Напрямок лінії може бути *прямий* (якщо розглядати його від будь-якої початкової точки до кінцевої) і *зворотний* (від кінцевої точки до початкової). Тому розрізняють *прямі* і *зворотні кути ориєнтування*. Ці кути можуть характеризувати напрям лінії в будь-якій одній її точці (на рис. 2.10.2, в: A_1 – прямий і A'_1 – зворотний азимут лінії 1–2 у точці 1) або в різних точках (на рис. 2.10.2, в: A_1 – прямий азимут лінії 1–2, A'_2 – зворотний азимут лінії 1–2; ці кути можна позначити як A_{1-2} та A_{2-1} , зазначаючи так зміну напрямку лінії).

Азимуты географічні, які виміряні в різних точках лінії, відрізняються між собою на величину γ' , що дорівнює різниці Гаусового зближення початкової й кінцевої точок, тобто $A_2 \neq A_1$, тому

$$A'_1 = A_1 \pm 180^\circ, \text{ але } A'_2 = A_1 \pm 180^\circ + \gamma \text{ тому, що } A_2 = A_1 + \gamma. \quad (10.3)$$

Потрібно пам'ятати, що 180° віднімають за $A > 180^\circ$, а γ може мати знак $+$ або $-$.

Азимуты магнітні, які виміряні в різних точках, відрізняються на величину δ .

Дирекційні кути різних точок лінії рівні див. рис. 2.10.2, з), тобто $\alpha_1 = \alpha_2$, тому

$$\alpha'_1 = \alpha_1 \pm 180^\circ, \alpha'_2 = \alpha_1 \pm 180^\circ. \quad (10.4)$$

Залежності між азимутами й дирекційними кутами такі (10.5):

$$\begin{aligned} A &= \alpha + \gamma; \\ A &= AM + \delta; \\ AM &= \alpha - (\delta - \gamma); \\ \alpha &= AM + (\delta - \gamma). \end{aligned} \quad (10.5)$$

Румб називають географічним, магнітним або дирекційним залежно від вихідного напрямку його визначення. Ліпше застосовувати дирекційні румби (як і дирекційні кути). Залежність між румб-

бами й азимутами наведено в табл. 2.10.1. Така ж залежність є між румбами і магнітними азимутами та дирекційними кутами.

Таблиця 2.10.1

Залежність між азимутами і румбами

Чверть	Залежність між азимутами й румбами	
I – ПнСх	$A_1 = r_1$	$r_1 = A_1$
II – ПдСх	$A_2 = 180^\circ - r_2$	$r_2 = 180^\circ - A_2$
III – ПдЗх	$A_3 = 180^\circ + r_3$	$r_3 = A_3 - 180^\circ$
IV – ПнЗх	$A_4 = 360^\circ - r_4$	$r_4 = 360^\circ - A_4$

Завдання

Вправа 1. Виміряти прямі та зворотні дирекційні кути α ліній, що з'єднують точки, нанесені раніше на навчальну карту.

За картою найзручніше вимірювати дирекційні кути відносно наявних на кожному аркуші ліній кілометрової сітки. Їх вимірюють транспортиром (спосіб безпосереднього вимірювання).

Транспортир накладають на карту так, щоб його центр збігався з перетином заданого напрямку й лінії сітки, а штрихи 0 та 180° сумістились з цією лінією. Потім за шкалою транспортира відраховують кут (лінія 1–2 на рис. 2.10.5). Якщо кути $> 180^\circ$, то потрібно виміряти їхнє доповнення до 180° , тоді остаточне значення кута дорівнюватиме відліку за транспортиром плюс 180° . Робота значно спрощується, якщо для вимірювання дирекційних кутів застосовують круговий транспортир.

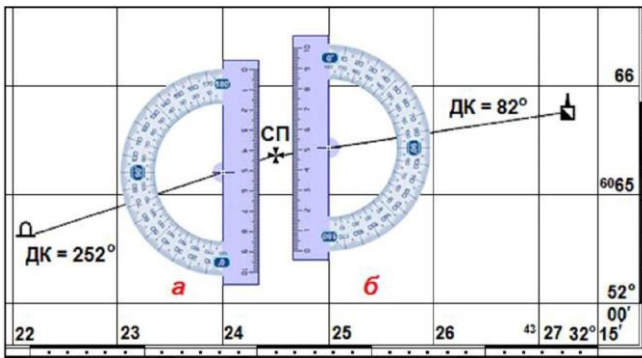


Рис. 2.10.5. Визначення дирекційних кутів на карті транспортиром:

a – $> 180^\circ$; *б* – до 180° .

Вправа 2. Обчислити географічні азимути A тих самих ліній.

Географічний і магнітний азимути, зазвичай, обчислюють за виміряного значення дирекційного кута за формулами, наведеними вище. Необхідні для цього значення δ та γ зазначено в нижній частині аркуша карти. Цей спосіб обчислення азимутів називають *алгебраїчним*.

Наприклад, на карті зазначені $\delta = 6^{\circ}15'$, $\gamma = -2^{\circ}21'$ (рис. 2.10.6), виміряний дирекційний кут α напряму Іванівка–Смолянка становить $178^{\circ}30'$, тоді $A = 178^{\circ}30' - 2^{\circ}21' = 176^{\circ}09'$,

$$AM = 176^{\circ}09' - 6^{\circ}15' = 169^{\circ}54' \text{ або}$$

$$AM = 178^{\circ}30' - 6^{\circ}15' - (-2^{\circ}21') = 169^{\circ}54'.$$

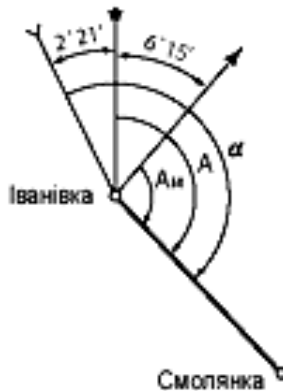


Рис. 2.10.6. Приклад для обчислення географічного й магнітного азимуту.

Визначити азимути, якщо відомо значення α , можна *геометричним (графічним)* способом: для цього використовують схему взаємного розташування вихідних напрямів орієнтування.

На рис. 2.10.6 бачимо, що графічна величина азимута географічного A менша від дирекційного кута α на $2^{\circ}21'$, а азимут магнітний AM менший від A на $6^{\circ}15'$ і менший від α на $(2^{\circ}21' + 6^{\circ}15')$.

За необхідності схему взаємного розташування вихідних ліній орієнтування легко побудувати самому.

Для цього на папері проводять вертикальну пряму і приймають її за напрям географічного меридіана. З огляду на величину і знаки δ та γ визначають положення магнітного меридіана й лінії

сітки щодо географічного меридіана. Кожен напрям позначають прийнятим способом.

Обчислення зворотних кутів виконують за відповідними формулами. У цьому разі значення δ та γ можна не враховувати, оскільки їхня величина в межах аркуша карти змінюється мало і лінії, для яких визначають кути, досить короткі. Зворотний румб (дирекційний) за кутовим значенням дорівнює прямому, проте змінює назву чверті на протилежну. Наприклад, якщо $r = \text{ПнСх}:22^\circ$, то $r' = \text{ПдЗх}:22^\circ$, а за $r = \text{ПдСх}:35^\circ$ $r' = \text{ПнЗх}:35^\circ$.

Вправа 3. Обчислити азимути магнітні АМ тих же ліній, використавши значення δ та γ , зазначені на навчальній карті.

Вправа 4. Обчислити дирекційні румби r тих самих ліній.

Література: [15, 19, 24, 54]

Контрольні питання

1. Які кути орієнтування ви знаєте?
2. Що означає *орієнтувати лінію на місцевості*?
3. Що називають *дирекційним кутом*?
4. Наведіть визначення терміна *румб*.
5. Що таке *магнітний* та *істинний азимут*?
6. У чому полягає залежність між азимутом і румбом?
7. Як визначають азимут за картою?
8. Як обчислити дирекційний румб?
9. Розшифруйте вираз $r = \text{ПнСх}:23^\circ$.

Лабораторна робота № 11 ПРИЙОМИ І СПОСОБИ КАРТОГРАФІЧНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Мета роботи: ознайомитись з методами картографічного дослідження та їхніми основними характеристиками.

Теоретичні відомості

Картографічний метод дослідження – це метод використання карт для пізнання зображених на них об'єктів і явищ: вивчення за картами структури, взаємозв'язків, динаміки й еволюції явищ у просторі і з часом, прогнозування їхнього розвитку, отримання якісних і кількісних характеристик досліджуваних об'єктів і явищ тощо. Цей камеральний метод є основою використання карт. Картог-

рафічний метод дослідження є одним з основних засобів пізнання всіх наук про Землю та суміжних з ними дисциплін. Це засіб для розроблення й прийняття практичних рішень, пов'язаних з територіальним плануванням, охороною навколишнього середовища та ін. Попри низку переваг картографічний метод має й недоліки: потрібно проводити польову (експедиційну) перевірку висновків, отриманих унаслідок аналізу карт.

За рівнем механізації й автоматизації картографічних робіт виділяють такі прийоми картографічного дослідження:

- 1) візуальний аналіз – читання карти неозброєним оком, зорове порівняння й окомірна оцінка змісту карти;
- 2) інструментальний аналіз – проведення досліджень за картою із застосуванням вимірювальних приладів і механічних пристроїв;
- 3) автоматизований аналіз – дослідження за картою, під час якого частину операцій виконують за допомогою автоматичних і електронно-вимірювальних пристроїв;
- 4) автоматичний аналіз – ґрунтується на виконанні всіх дослідницьких операцій автоматичними й електронно-вимірювальними технічними системами (наприклад, АКС – автоматична картографічна система).

Картографічні дослідження можна проводити як за однією картою, так і за серією карт, атласів.

Способи досліджень за однією картою:

- вивчення картографічного зображення без перетворення: візуальний аналіз, опис, вимірювання й інші операції для отримання цілісного уявлення про досліджуваний об'єкт;
- перетворення картографічного зображення: трансформація зображення в іншу форму, зручнішу для вирішення конкретного завдання; результатом такої роботи є похідні карти.

Найбільше поширені такі методи створення похідних карт:

- спрощення картографічного зображення збереженням на картах тих елементів змісту, які відповідають темі дослідження (одним зі способів спрощення є виділення певних об'єктів);
- перехід до узагальнених зображень, які відображають основні риси об'єктів, наприклад, проведення на гіпсометричній карті схематичних горизонталей за лініями основних вододілів, унаслідок чого окреслюються великі первинні форми рельєфу (без ускладнень вторинними);

- додавання до карти нових показників, які ліпше задовольнятимуть мету дослідження, наприклад, заміна абсолютних показників відносними, що полегшує порівняння об'єктів різної розмірності; з таким перетворенням часто пов'язана заміна одних способів картографічного зображення іншими, зручнішими для аналізу;

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

Серед *способів роботи з серіями карт або атласом* є такі:

- порівняння різночасових карт, на яких показано стан об'єкта в окремі моменти часу, з метою виявлення його зміни, динаміки, ритміки, прогнозування подальшого розвитку;

- загальне вивчення карт різної тематики, на яких показано характеристики різних явищ і процесів на певній території, з метою виявлення зв'язків між ними, отримання комплексних характеристик, районування території тощо;

- вивчення карт-аналогів (тобто карт, які показують одні об'єкти, проте в межах різних територій, значно віддалених одна від одної) з метою виявлення подібності в просторовій організації об'єктів і закономірностей їхнього розміщення, загальних рис розвитку тощо;

- загальний аналіз різномасштабних карт однієї тематики й території з метою виявлення закономірностей і структур різного рівня (глобальних, регіональних, локальних).

Усі способи можна використовувати в різних комбінаціях залежно від напрямку досліджень.

Групи *прийомів роботи з картою* відрізняються між собою за характером отриманих результатів і технічною оснащеністю. Розрізняють такі прийоми:

- описи (загальні, поелементні);

- графічні прийоми (двовимірні і тривимірні графіки);

- графоаналітичні прийоми (картометрія, морфометрія);

- математико-картографічне моделювання (математичний аналіз, математична статистика, теорія інформації тощо).

Кожна з зазначених груп містить безліч окремих способів та їхніх модифікацій. Разом вони утворюють цілісну систему, яка дає

змогу різносторонньо досліджувати об'єкти. У межах кожної групи виділяють прийоми суцільного та вибіркового аналізу.

Опис – це традиційний і загальновідомий прийом аналізу карт, мета якого – виявити досліджувані об'єкти або явища, особливості їхнього розміщення та взаємозв'язків. Науковий опис, який складають за картами, повинен бути логічним, упорядкованим і послідовним. Він повинен вирізнятися відбиранням і систематизацією фактів, уведенням елементів порівняння й аналогій. Опис часто містить кількісні показники й оцінки, у тім числі таблиці і графіки. Описуючи будь-яке явище або територію, важливо дотримуватися порядку від загального до поелементного, тобто спочатку потрібно навести характеристику основних, визначальних рис, потім детально проаналізувати окремі особливості. Висновки й рекомендації формулюють наприкінці опису. Описи можуть бути загальні комплексні (загальногеографічні описи) або поелементні (опис горизонтів четвертинних відкладів).

Спочатку доцільно оцінити якість карти (серії карт, атласу), її актуальність, детальність, принципи складання, характер спотворень. Потрібно вивчити легенду, приділяючи увагу принципам класифікації зображених явищ та способам їхнього зображення.

Зазвичай, описи за картами використовують на попередній стадії дослідження для загального ознайомлення з об'єктом, який вивчають, для планування дослідження, визначення раціональної методики, вибору вихідних картографічних матеріалів. Опис важливий і на завершальному етапі, коли наводять змістовну інтерпретацію отриманих результатів. У разі добре спланованих досліджень опис поєднують з іншими методами картографічних досліджень, що забезпечує необхідну рівновагу між якісними й кількісними методами картографічного аналізу.

Графічні прийоми передбачають побудову за картами різних профілів, розрізів, графіків, діаграм, блок-діаграм, інших дво- і тривимірних графічних моделей.

Комплексні профілі зручно використовувати під час аналізу серій карт різної тематики. Наприклад, можна поєднувати аналіз гіпсометричного профілю, геологічного розрізу, ґрунтово-рослинного покриву тощо. Комплексні соціально-економічні розрізи можна побудувати, поєднавши за вибраним напрямом графіки щільності населення, гістограми його вікового складу, зайнятості

тощо. Графічні прийоми зручно застосовувати для наочного представлення зв'язків між явищами та районування території за комплексом показників.

Рози-діаграми відображають переважне орієнтування лінійних об'єктів, наприклад, геологічних розломів, річкових долин, пряму вітрів, транспортних шляхів тощо.

Блок-діаграми дають змогу наочно відобразити й проаналізувати зв'язки між явищами, що відображені на картах різної тематики.

Графоаналітичні прийоми аналізу карт призначені для вимірювань та обчислень за картами показників розміру, форми і структури об'єктів.

Методи картометрії дають змогу безпосередньо вимірювати такі показники, як географічні й прямокутні координати, довжина прямих і звивистих ліній, відстань, площа, об'єм, вертикальні й горизонтальні кути й кутові значення.

Методи морфометрії дають змогу виконати розрахунок показників форми і структури об'єктів. Поширеним є використання таких груп показників і коефіцієнтів: контур (форма) об'єктів; кривизна ліній і поверхонь; горизонтальне й вертикальне розчленування поверхонь; ухили і градієнти поверхонь; щільність, концентрація об'єктів; щільність, рівномірність мереж; складність, роздробленість, неоднорідність контурів.

Морфометричні показники обчислюють на підставі картометричних даних; звичайно вони відносні. Наприклад, звивистість лінії – це співвідношення довжини кривої до довжини плавної огинаючої, щільність – кількість об'єктів на одиницю площі тощо.

Пропонують такі варіанти морфометричних розрахунків:

- за регулярною геометрично правильною сіткою квадратів, шестикутників, кілець тощо (цей спосіб зручний тим, що площі ділянок рівновеликі);

- за природними ареалами (природними районами, ландшафтами, водозбірним басейном тощо);

- за ключовими ділянками.

Результатом обчислених у такий спосіб показників є морфометричні карти, наприклад, морфометричні карти рельєфу, щільності населення, щільності дорожньої мережі. Ці карти виконують у

вигляді ізоліній (псевдоізоліній), полів або картограм за розрахунковими ділянками чи ареалами.

Точні картометричні й морфометричні визначення досить трудомісткі й неможливі без використання спеціальних інструментів (циркулів-вимірників, планіметрів тощо), вони вимагають урахування похибок, які залежать від точності карт, інструментів, помилок вимірювань, деформації паперу, на якому надрукована карта тощо.

Прийоми математико-картографічного моделювання. Для опрацювання й аналізу картографічного зображення можуть застосовувати майже всі розділи математики. Проте найчастіше використовують деякі розділи чисельного аналізу, багатомірної статистики, теорії ймовірності й теорії інформації.

Прийоми математичної статистики призначені для вивчення за картами просторових і часових статистичних сукупностей і утворених ними статистичних поверхонь.

Статистичний аналіз картографічного зображення дає змогу вивчати характеристики й функції розподілу явищ, форму і зв'язки між явищами, оцінювати ступінь впливу окремих чинників на досліджуване явище й виділяти провідні чинників.

Прийоми теорії інформації використовують для оцінки ступеня однорідності та взаємної відповідності явищ, які вивчають за картами.

Реконструювання просторової ситуації – метод дослідження, за якого часто застосовують різні види перетворення картографічних зображень.

Оцінка отриманих результатів є обов'язковим етапом картографічного методу досліджень. Надійність результатів можна визначити, оцінивши їхню точність (кількісна оцінка результатів дослідження) і достовірність (якісна оцінка відповідності результатів дослідження).

Завдання

Вправа 1. За топографічною картою масштабу 1 : 25 000 скласти географічний опис запропонованих ділянок місцевості.

Для цього потрібно не тільки прочитати за позначеннями окремі властивості елементів карти, а й виявити зв'язки цих елементів між собою та особливості місцевості загалом. Спочатку характеризують рельєф, потім – об'єкти гідрографії, рослинності, населе-

ні пункти й інші об'єкти. Перелік залучених до опису об'єктів залежить від мети досліджень.

Під час описування рельєфу потрібно визначити форми рельєфу, його характерні лінії й точки, зазначити найвищу і найнижчу точки заданої ділянки, максимальний розмах висот і коливання крутизни схилів.

Під час описування річок наводять інформацію про напрям і швидкість течії, ширину і глибину русла, висоту урізів, будову русла (наявність островів, рукавів, стариць), судноплавність, пов'язані з нею споруди й об'єкти (броди, мости, пристані, паромні переправи тощо), схарактеризувати їх.

За наявності на карті озер описують їхню конфігурацію, глибину, уріз води, відносну "щільність" озер на описуваній території, характер їхнього розташування (поодинокий, групами, ланцюжками), зв'язок з рельєфом і річковою мережею.

Під час описування боліт потрібно описати залежність їхнього місця розташування від особливостей рельєфу, ступінь прохідності, площу, глибину.

Визначити тип рослинності, навести її кількісну та якісну характеристику, зазначити про залежність розміщення рослин від рельєфу й гідрологічної мережі.

Під час характеристики населених пунктів визначають їхнє розташування на ділянці місцевості, тип, кількість дворів чи людинність, планування, наводять відомості про розміщення соціально-економічних та інших об'єктів (підприємств, млинів, шкіл, криниць тощо) у пункті чи поблизу.

У разі описування шляхів сполучення і засобів зв'язку потрібно зазначити їхній тип і особливості, ступінь покриття ними території, для всіх доріг – напрями (звідки і куди вони ведуть), пов'язані з ними технічні споруди й об'єкти, схарактеризувати їх (глибина виїмок, висота насипів, матеріал мостів, їхня довжина, ширина, вантажопідйомність тощо). Також визначають характер і розміщення господарських та культурних об'єктів, ступінь сільськогосподарського освоєння території, особливості розміщення основних видів угідь (лісів, ріллі, сінокосів, садів тощо) у зв'язку з природними умовами.

Приклад опису наведено в додатку 3.

Вправа 2. Скласти комплексний опис запропонованої ділянки місцевості.

Опис місцевості за картою складають на підставі її попереднього вивчення, спочатку загального, а потім – за елементами (гідрографія, рельєф тощо). Опис потрібно виконати за таким планом:

1. Положення ділянки на карті – номенклатура і масштаб аркуша карти; географічні й прямокутні координати крайніх точок ділянки.

2. Опис елементів природи.

Рельєф: загальна характеристика (тип рельєфу), максимальна й мінімальна абсолютні висоти, амплітуда висот, крутизна, експозиція й форма схилів, основні форми рельєфу.

Гідромережа: загальна характеристика, річкова мережа (напрямок течії, будова русла, звивистість, глибина, ширина, швидкість течії, характер дна, наявність урвищ, пляжів, судноплавність, наявність заплави та її розмір, заплавлених озер і боліт, наявність гідротехнічних споруд, їхні характеристики), болота (розташування, конфігурація, площа, вид, глибина, рослинність, характер прохідності, господарське використання, наявність осушувальних споруд), озера і ставки (конфігурація, розмір, характер берегів і схилів, уріз води, глибина, наявність островів), криниці, джерела.

Рослинний і ґрунтовий покрив: лісова рослинність (місцеположення, площа, породний склад, характеристика деревостану, вирубки, згарища, наявність доріг, просік, стежок), чагарникова, лучна, болотна рослинність, інші види рослинності, у тім числі сільськогосподарська, ґрунтовий покрив.

3. Населені пункти.

4. Шляхи сполучення й засоби зв'язку.

5. Об'єкти господарства й соціальної сфери.

6. Використання території з господарською метою.

Вправа 3. За серією карт скласти фізико-географічний опис запропонованої території.

Роботу доцільно починати з огляду всіх карт атласу, на яких ця територія відображена. Опис виконують за таким планом:

1. Географічне положення території.

2. Геологічна будова і рельєф.

3. Клімат.

4. Гідрографічна мережа.

5. Ґрунти.
6. Рослини́сть.
7. Тваринний світ.
8. Природні комплекси (ландшафти).
9. Відомості про населення й господарство.

Література: [7, 11, 15, 21, 35, 41, 45]

Контрольні питання

1. Наведіть визначення картографічних методів дослідження.
2. Які види картографічних методів дослідження ви знаєте?
3. Схарактеризуйте способи досліджень за однією картою.
4. Які прийоми роботи з картою ви знаєте?
5. Наведіть характеристику прийому опису карт.
6. У чому полягає особливість використання графічного прийому?
7. Чим відрізняються методи картометрії від методів морфометрії?

Лабораторна робота № 12 ВИВЧЕННЯ Й АНАЛІЗ ГЕОГРАФІЧНИХ АТЛАСІВ

Мета роботи: ознайомитися з основними типами атласів, їхньою структурою і змістом; навчитися аналізувати загальногеографічні й тематичні атласи і складати їхній опис; закріпити матеріал з теоретичної теми 11.

Теоретичні відомості

Географічний атлас – це систематичне зібрання карт, виконане за єдиною програмою як цілісний твір і видане у вигляді книги або комплекту окремих аркушів. Назву *атлас* запропонував 1595 р. картограф Герард Меркатор на честь міфічного титана Атласа, який підтримував небосхил.

Кarti атласу тематично поєднані між собою, взаємно узгоджені й доповнюють одна одну. Для атласів характерний єдиний набір проєкцій і масштабів. На картах атласів використовують загальні прийоми генералізації, єдині системи умовних позначень, шрифти, способи графічного й кольорового оформлення. Звичайно атласи оформляють у вигляді окремих альбомів або книжок. Також вони містять пояснювальні тексти, довідкові матеріали, графіки, фотографії, які доповнюють карти.

Географічні атласи *класифікують* за такими ознаками: просторовим охопленням, змістом, призначенням, форматом і способом використання.

За *просторовим охопленням* розрізняють атласи світу, частин світу, континентів або їхніх груп (атлас Антарктики), атласи великих регіонів (атлас Близького Сходу), атласи окремих держав або їхніх груп (атлас України), регіональні атласи (атлас Львівської області) та атласи міст (комплексний атлас Львова).

За *змістом* атласи поділяють на загальногеографічні, тематичні та загальні комплексні. Загальногеографічний атлас містить загальногеографічні, політико-адміністративні й фізичні карти. Тематичні атласи містять різні за змістом тематичні карти; їх поділяють на атласи природних (фізико-географічних) і громадських (соціально-економічних) явищ. Загальні комплексні атласи містять карти природних і соціально-економічних явищ, а також загальногеографічні карти.

За *призначенням* атласи бувають науково-довідкові, навчальні, широкого використання, краєзнавчі, морські навігаційно-географічні, військові, туристичні, дорожні тощо. Науково-довідковий атлас – це збірка й узагальнення наукових знань про природні й соціально-економічні явища; вони призначені для ретельного вивчення їхніх особливостей з метою наукового дослідження й різноманітної практичної діяльності. Атласи широкого використання призначені для широкого загалу користувачів (як довідковий матеріал). Навчальні атласи є посібниками для вивчення різноманітних явищ у навчальних закладах. Краєзнавчі атласи призначені для краєзнавчої роботи і як посібники для шкіл; вони характеризують місцеві історичні, географічні й інші особливості. Морські навігаційно-географічні атласи з картами океанів і морів детально характеризують рельєф дна, морські течії, навігаційний стан, засоби навігаційного обладнання та частину суші. Дорожні атласи містять карти автошляхів і картосхеми. Військові атласи є посібником для вивчення політичної, фізичної і воєнної географії та економіки територій, де можливі воєнні конфлікти.

За *форматом* розрізняють великі (настільні), середні (книжного формату) і малі (кишенькові) атласи. Корисна площа карт у великих атласах перевищує 15 м², у середніх становить від 6 до 14 м², у малих – не перевищує 5 м².

Зображення закартографованої території наводять за принципом від загального до конкретного: спочатку в атласі поміщують оглядові карти всієї території в дрібному масштабі, потім – карти великих частин території в більшому масштабі і карти найважливіших районів у ще більшому масштабі.

Завдання

Проаналізуйте запропонований вам викладачем атлас у компактній формі (дві–три сторінки тексту). Текст опису повинен бути логічним, послідовним, написаним літературною мовою. Усі кількісні дані треба навести в таблицях.

1. Випишіть вихідні відомості про атлас. Визначте його призначення.

2. Визначте класифікаційні особливості атласу (за тематикою, форматом, територіальним охопленням).

3. Уважно вивчіть зміст атласу. Визначте кількісне співвідношення карт різного масштабу, різних регіонів, різної тематики тощо.

4. Детально ознайомтеся з кожним розділом атласу. Для цього:

- визначте обсяг атласу (кількість сторінок і карт);
- зазначте наявність покажчика географічних назв, довідкових відомостей, додаткових даних;
- проаналізуйте структуру атласу, виділіть її складові частини (вступ, розділ загальногеографічних карт, розділ тематичних карт або інші розділи);
- визначте, скільки сторінок/карт охоплює кожний розділ, послідовність розташування листів атласу (від загального до конкретного, від часткового до загального або інакше);
- опишіть, які групи карт є в атласі і за якою ознакою їх згруповано (за охопленням території, тематикою чи інакше);
- проаналізуйте оформлення різних карт (однотипне оформлення для всіх карт атласу або для певних груп карт тощо);
- проаналізуйте масштаби карт, у тім числі найбільше й найменше поширені.

5. Складіть анотацію атласу за таким планом: 1) повна назва атласу; 2) ким, де, коли складено й видано атлас; 3) класифікація атласу (за просторовим охопленням, змістом, призначенням і форматом); 4) структура атласу (кількість розділів, їхні назви, послідо-

вність розміщення карт, наявність загальних умовних знаків, наявність покажчика географічних назв, наявність додаткової до карт інформації (статистичних даних, діаграм, малюнків тощо)); 5) кількість сторінок в атласі.

Література: [12, 15, 26, 32]

Контрольні питання

1. Що таке *географічний атлас*?
2. Які характерні особливості мають карти, що є складовими одного атласу?
3. За якими ознаками класифікують географічні атласи?
4. Як класифікують атласи за призначенням?
5. Які атласи виділяють за змістом?
6. Як поділяють атласи за просторовим охопленням?

Лабораторна робота № 13 СТВОРЕННЯ ПРОСТОРОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ В GOOGLE MAPS

Мета роботи: ознайомитись з основами сучасної цифрової картографії Інтернет-сервісу Google Maps.

Теоретичні відомості

Серед найвідоміших і найпоширеніших картографічних сервісів у мережі Інтернет є Google-сервіси, зокрема, **Google Maps** – збірна назва для додатків, побудованих на базі безкоштовного картографічного сервісу й технології, що їх надає компанія Google (<http://maps.google.com>, в Україні – <https://www.google.com.ua>). Сервіс представлений у вигляді карт і супутникових знімків усього світу (а також Місяця й Марса). Цей сервіс інтегрований з бізнес-довідником і картою автомобільних доріг, з пошуком маршрутів, що охоплює США, Канаду, Японію, Гонконг, Китай, Велику Британію, Ірландію і деякі райони Європи.

Ще одним популярним Геосервісом є **WikiMapia** – проект, який об'єднує інформацію Google Maps з технологією ВікіВікі і створений 2006 р. Метою його є опис Землі. Переглядаючи карту WikiMapia (<http://wikimapia.org>), користувач бачить об'єкти, обмежені рамками, і може отримати текстовий опис для кожного з них. Кожен відвідувач цього сайту може редагувати тексти й виділяти

нові ділянки карти. Об'єкти позначаються тегами, у режимі пошуку відображаються тільки ті з них, у описі яких є заданий тег. Шар позначок WikiMapia можна приєднати до програми Google Earth.

Окремою програмою, яку можна безкоштовно завантажити з сайту <https://www.google.com.ua/earth/> і в якій можна використовувати тривимірну модель земної кулі локально на комп'ютері, є додаток **Google Earth**. За умови постійного підключення комп'ютера до Інтернету програма надає більше можливостей для роботи з моделлю Землі. Як і Google Maps, програма Google Earth дає змогу переглядати знімки земної поверхні, змінювати масштаб і будувати маршрути пересування. Серед переваг додатку: тривимірне зображення земної поверхні (з урахуванням рельєфу); можливість спостерігати за об'єктами на земній поверхні під довільним кутом (а не тільки прямовисно зверху); поступове уточнення зображення під час завантаження детальніших фотознімків; можливість плавної зміни масштабу тощо.

Карти Google та інші мережеві картографічні служби (Yahoo Maps, OpenStreetMap) дають змогу створювати карти всім, у кого є доступ до Інтернету. Є думка, що мережеві картографічні служби типу Google Maps не можна вважати повноцінною “картографією”. Проте користувачі можуть створювати карти за власними даними у вигляді точок, ліній, площ і тексту, додаючи їх як параметри для Google Maps.

Таке об'єднання інформації з двох або більше джерел є прикладом своєрідного змішування даних. Крім операцій з уже завантаженою інформацією, користувач може додавати дані з інших носіїв або програм.

Карти Google підтримують такі спеціальні функції:

- перегляд супутникових зображень (або супутникових зображень з накладеними картографічними даними) для обраного місця розташування з можливістю масштабування й у будь-якому напрямі;
- інтегровані результати пошуку даних про організації – пошук адрес і контактної інформації в одному місці на карті;
- карти, які можна “перетягувати” для швидкого перегляду суцільних ділянок;

- режим “Земля” для перегляду тривимірних знімків і ландшафтів з Google Earth, які можна масштабувати, панорамувати, нахилити;
- карти з назвами вулиць – перегляд і навігація за зображеннями на рівні вулиць (діє не для всіх країн);
- детальні маршрути проїзду з наявністю численних пунктів призначення.

Завдання

Вправа 1. Ознайомлення з картами Google.

1. Наберіть в адресному рядку браузера адресу сервісу (<https://www.google.com.ua/maps/>) або зайдіть за посиланням “Карти” головної сторінки Google.

2. Ознайомтеся з робочим вікном програми.

Вікно сервісу складається з двох частин: зліва відкривається панель управління, праворуч – карта й інструменти. Змініть розташування за замовчуванням, указавши своє місто чи селище.

3. У розділі Пошук наберіть адресу, яка вас цікавить, наприклад, “Львів, геологічний факультет” (рис. 2.13.1). Відкриється відповідне місце розташування на карті. За допомогою стрілок ↑, ↓, ←, → можна переміщатися за картою, а користуючись кнопками “+” або “-”, можна змінювати масштаб зображення.

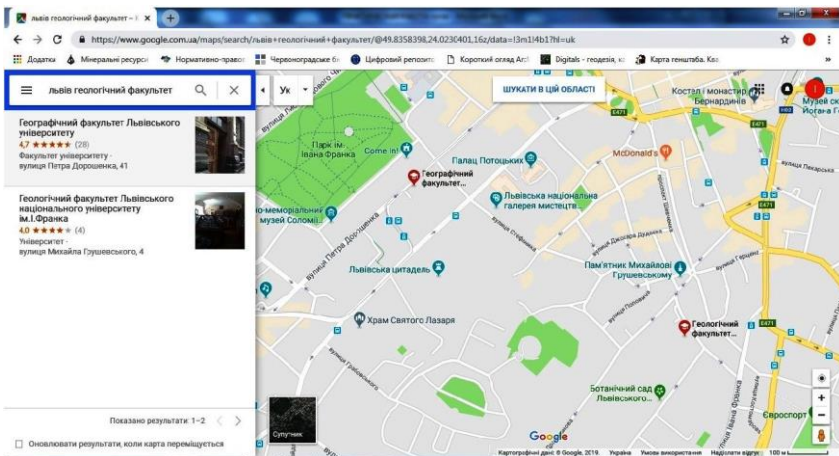


Рис. 2.13.1. Зображення геологічного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка на Google Maps.

4. З'ясуйте, чим відрізняються режими перегляду заданого об'єкта (карта, супутник, режим перегляду вулиць).

6. Відшукайте ваше місто, вулицю, будинок, якщо можливо (перегляд вулиць і будівель реалізований не для всіх місць на карті).

Вправа 2. Створення призначених для користувача карт у Google Maps.

За допомогою Google Maps можна створювати власні персоналізовані карти, забезпечені примітками. Призначені для користувача карти можуть містити такі елементи, як мітки, лінії та фігури.

Після створення карти можна виконувати такі дії:

- додавати описовий текст;
- вбудовувати в карту фотографії й відео;
- ділитися створеними картами з іншими користувачами;
- спільно працювати з іншими користувачами;
- відкривати карти в програмі Google Планета Земля.

Для створення або редагування карт необхідно увійти в обліковий запис Google. Якщо у студента його нема, то потрібно створити.

У пошуковому рядку додайте назву місцевості, до карти якої ви хочете додати інформацію.

Щоб створити або змінити карту, послідовно натисніть на посилання у Меню – “Мої місця” – “Карти” – “Створити нову карту”. Якщо потрібно відкрити існуючу карту, натисніть на неї на лівій панелі й виберіть команду “Змінити”. Укажіть назву і опис для карти. Карту можна зробити загальнодоступною або закритою.

Використовуйте значки в правому верхньому кутку карти (відображаються тільки під час створення або зміни карти) (табл. 2.13.1).

Закінчивши роботу, натисніть кнопку “Готово”. До створеної карти можна повернутися в будь-який момент: вона зберігатиметься у розділі “Мої карти” (рис. 2.13.2).




На карту можна додавати фотографії (вони відобразатимуться на карті, поки будуть опубліковані в Інтернеті). Для публікації фотографій можна скористатися, наприклад, службою Google PicasaWeb.

Щоб додати фотографію, у режимі редагування мітки за посиланням клацніть розташований над полем опису значок фотогра-

фії. Введіть URL-адресу фотографії, яку потрібно розмістити на карті. Натисніть кнопку ОК, щоб зберегти зміни.

Таблиця 2.13.1

Приклад інструментів в Google Maps

Позначка	Інструмент	Функція інструмента
	Виділення	Використовують для перетягування карти й виділення міток, ліній і фігур.
	Мітка	Використовують для додавання міток (потрібно вписати назву мітки, опис, змінити значок).
	Лінія	Дає змогу вибрати інструмент для рисування ліній, фігур і креслення ліній, які автоматично прив'язуються до доріг.

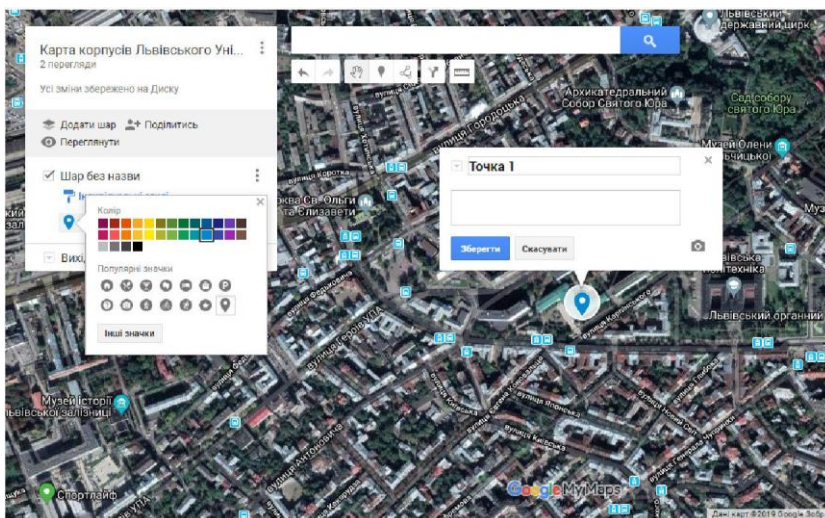


Рис. 2.13.2. Приклад створення “Моєї карти” в Google Maps.

Створивши карту, можна запросити інших учасників для спільної роботи з редагування карти. Для цього відкрийте посилання “Співавтори”. Запросіть співавторів – введіть адреси електронної пошти тих, з ким хочете спільно працювати над картою. Співавтори можуть запрошувати інших – установіть цей прапорець, щоб підтвердити свою згоду на те, щоб ваші співавтори залучали інших. До-

зволити всім змінювати цю карту – встановіть відповідний прапорець, щоб дозволити всім користувачам Google Maps змінювати вашу карту.

Карти можуть бути загальнодоступні і приватні (режим “Змінити” – або “Відкритий доступ”, або “Не публікувати”).

Загальнодоступні – це карти, які ви хочете опублікувати і якими хочете поділитися з усіма. Загальнодоступні карти будуть залучені в результати пошуку на Картах Google. Карти у відкритому доступі також з’являться у вашому профілі користувача (якщо він створений).

Приватні – це карти, якими Ви хочете поділитися тільки з кількома обраними людьми. Приватні карти не будуть додані до результатів пошуку і будуть доступні тільки тим, хто знає точну URL-адресу карти.

Міні-карту можна змінити в будь-який час. Однак потрібно пам’ятати, що URL-адреси всіх карт загальнодоступні. Загалом не рекомендують створювати карти, якщо ви не хочете, щоб їх змогли переглядати інші користувачі Інтернету.

Вправа 3. Створіть свою персональну карту на підставі навчального матеріалу (музеї, винаходи, визначні місця світу, природні парки та ін.). Запросіть співавторів з однокурсників. Зробіть карту загальнодоступною. Посилання на карту або друкований варіант надайте викладачеві.

Література: [25, 46, 57, 58]

Контрольні питання

1. Які картографічні сервіси мережі Інтернет вам відомі?
2. Які особливості сервісу Google Maps?
3. Які функції Google Maps ви знаєте?
4. Які особливості сервісу WikiMapia?
5. У чому полягають особливості використання додатку Google Earth?
6. Який алгоритм створення власної карти за допомогою Google Maps?
7. Як можна зробити власну карту у Google Maps загальнодоступною?

Лабораторна робота № 14

ДОДАВАННЯ ПРОСТОРОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ В OPENSTREETMAP

Мета роботи: ознайомитись з основами сучасної цифрової картографії Інтернет-сервісу OpenStreetMap, освоїти відповідні методи роботи.

Теоретичні відомості

OpenStreetMap (OSM) (дослівний переклад з англ. – відкрита вулична карта) – це карта всієї планети Земля, розташована в мережі Інтернет, яку може редагувати будь-хто. Ця карта створюється майже з чистого аркуша та розповсюджується під відкритою ліцензією. Ліцензія OpenStreetMap дає змогу вільно отримувати доступ до карт і даних, на основі яких вони створені.

Проект заснував 2004 р. у Великій Британії Стів Кост. Проект використовує Wiki-подібне програмне забезпечення для колективної роботи, що дає змогу вдосконалювати карти.

Карта OpenStreetMap розташована за первинною URL-адресою на www.openstreetmap.org, для України <https://openstreetmap.org.ua/>. Переглядати OpenStreetMap можна, перейшовши за посиланням на головну сторінку сайту. На рис. 2.14.1 показано зображення інтерфейсу OpenStreetMap з позначенням основних функціональних можливостей роботи з картографічним зображенням. Серед таких функцій – збільшення–зменшення масштабу картографічного зображення, додавання нотаток, перемикання між різними шарами (рис. 2.14.2), редагування тощо.

Редагування OpenStreetMap – процес внесення змін у картографічні дані, наприклад, креслення шляхів, будинків або зміна назв об'єктів на карті. Для редагування об'єктів у базі даних OpenStreetMap можна використовувати кілька редакторів. Зміни можна вносити, створивши обліковий запис у OSM. Основний алгоритм практичної роботи в OpenStreetMap такий:

- 1) створення облікового запису;
- 2) редагування даних в OpenStreetMap;
- 3) додавання деталей, тегів та надсилання змін;
- 4) перегляд змін на карті.

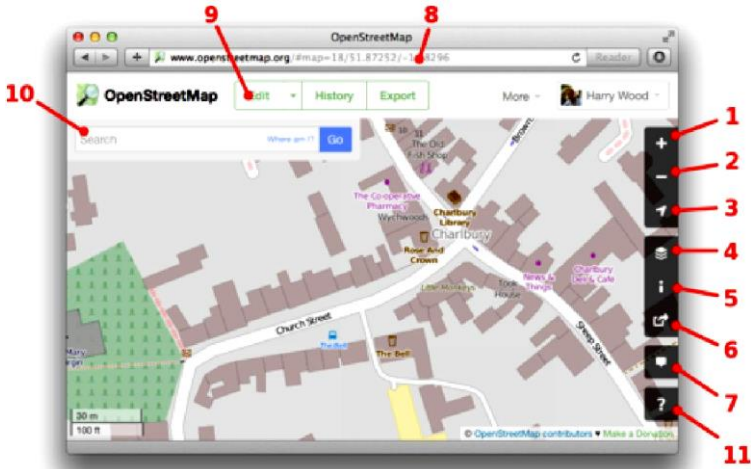


Рис. 2.14.1. Інтерфейс OpenStreetMap.

Позначки: 1–2 – збільшення–зменшення зображення карти; 3 – перейти до потрібного місця; 4 – перемикачі різні шари; 5 – основні умовні знаки; 6 – поділитись (формує скорочений URL карти); 7 – додати нотатку; 8 – адресний рядок оглядача, містить повний URL карти; 9 – правка (редагування); 10 – поле пошуку; 11 – інформація про окремі об’єкти на карті.



Рис. 2.14.2. Типові шари карти OpenStreetMap:

1 – стандартний; 2 – велокарта; 3 – карта транспорту; 4 – інтерактивна карта; 5 – гуманітарна карта; 6 – нотатки карти; 7 – дані карти.

Форми збору даних для OSM:

1. Останні дослідження/прогулянки (фотознімки з геомітками та поясненнями до них).






2. Знання місцевості (назви вулиць, магазинів, будівель, що там розташовані, певні умови й обмеження дорожнього руху тощо).

3. Аерофотознімки доступні в OSM для обкреслювання, проте часто вони застарілі (на декілька років). Користувачі OSM мають дозвіл креслити по аерофотознімках з багатьох джерел (наприклад, з Bing). Користувачі можуть обрати джерело фонових знімків у відповідному пункті меню: “Тло” (Background) або “Фон” (Imagery).

Створення і редагування даних OSM. Дані OSM складаються з елементів, які показано в табл. 2.14.1.

Таблиця 2.14.1

Елементи в OpenStreetMap

Позначка	Інструмент	Функція інструмента
	Точка	Використовують для позначення певних місць. Точки входять до складу однієї чи більше ліній.
	Лінії	Упорядкований список точок, який показують з'єднаними відрізками. Використовують для створення доріг, доріжок, річок, тощо.
	Замкнені лінії	Лінії, замкнені в кільце. Використовують для створення “полігонів” (парк, площа, острів, тощо)
	Полігон	Ділянка місцевості, обмежена замкненою лінією (периметр парку, школи тощо).
	Зв'язки	Упорядкований перелік, який складається з однієї чи більше точок, ліній та/або зв'язків як членів, що їх використовують для позначення логічних чи географічних взаємозв'язків між різними елементами лінії. Використовують для опису автомагістралей, велосипедних маршрутів, ділянок з обмеженням руху тощо.

Усі ці елементи можна позначити підписами (назви, тип доріг тощо). OpenStreetMap не має обмежень за змістом підписів – карта може містити безмежну кількість атрибутів для опису кожного об'єкта.

Є три основні *редактори OSM*:

1) **iD** є найновішим редактором, доступним на вкладці “Правка” на сайті OSM. Цей редактор швидкий і простий у використанні, дає змогу відображати різні джерела даних, супутникові й аерофотознімки, GPS, польові документи. Він зручний для внесення невеликих простих змін, які не потребують розширених можливостей;

2) **Potlatch** – попередня версія редактора, який створений на Flash і доступний через вкладку “Правка” на сайті OSM;

3) **JOSM** – потужніший за дві попередніх вбудованих до сайту редакторів, однак його потрібно завантажувати окремо.

Зануск редактора iD. Редактор iD вимагає активного підключення до Інтернету. Спочатку необхідно обрати область, яку потрібно відредагувати. Натисніть на маленьку стрілку поруч із пунктом “Редагувати”. Потім натисніть “Редагувати з iD” (редактор в оглядачі).

На рис. 2.14.3 показано інтерфейс редактора iD. Ліворуч розташована *панель функцій*, яку можна змінювати додаванням чи редагуванням інформації. Ця панель показує інформацію щодо об’єкта, вибраного на карті. Панель *інструменти* показує основні інструменти редагування: точка малювання (вузол), накреслити лінію (шлях), форма малювання (багатокутник), зберегти зміни, клавіші швидкого доступу Ctrl + s.

Панель карти показує різні функції конфігурації: збільшення / зменшення, місцезнаходження, налаштування фонового шару; дані карти; відкрити меню довідки. На *інформаційній панелі* відображена різноманітна інформація (наприклад, шкала масштабу або які користувачі внесли свої дані у вибрану область та ін.).

Для **налаштування фонового шару** натисніть кнопку “*Налаштування тла*” (або клавіша b). За потреби можна змінити рівень яскравості або змінити фоновий шар на основі бажаного постачальника (за замовчуванням Bing Aerial Imagery) (рис. 2.14.4).

Додавання точок (рис. 2.14.5). Щоб додати нову точку, натисніть кнопку “Точка”, у цьому разі курсор миші змінюється на знак плюс (+). Тепер натисніть на місце, яке хочете позначити (наприклад, якщо Ви знаєте, що у вашому районі є лікарня, натисніть кнопку розташування будівлі лікарні). Зверніть увагу, що додається нова точка. Водночас ліва панель буде змінена, щоб показати форму, де можна вибрати атрибуту для об’єкта. Ви можете використо-

вувати форми, щоб заповнити детальну інформацію про свою точку (наприклад, назву лікарні, адресу).



Рис. 2.14.3. Інтерфейс редактора iD:

1 – рядок функцій; 2 – інструменти; 3 – рядок карти; 4 – інформаційний рядок.

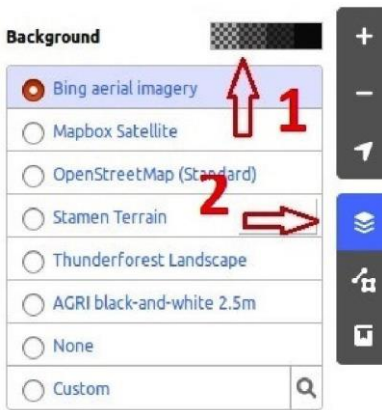


Рис. 2.14.4. Меню для налаштування фонового шару.

1 – рівні яскравості (100 %, 75, 50 і 25 %);
2 – зміна базового растрового шару.

Якщо Ви зробите помилку (наприклад, неправильне розташування), то можна перемістити свою точку на нове місце, утримуючи ліву кнопку миші на вашій точці й перетягуючи її. Або взагалі видалити свою точку (натиснути ліву клавішу миші на точку, активувати меню, клацнувши правою клавішею миші, а потім натиснути кнопку, яка виглядає як кошик для сміття) (див. табл. 2.14.2).

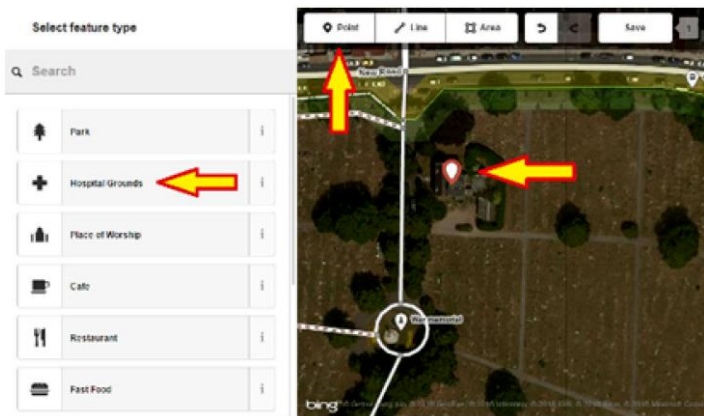


Рис. 2.14.5. Приклад додавання точок на карті OSM.

Рисування ліній (рис. 2.14.6). Щоб додати нову лінію, натисніть кнопку “Лінія”. Курсор миші змінюється на знак плюс (+).

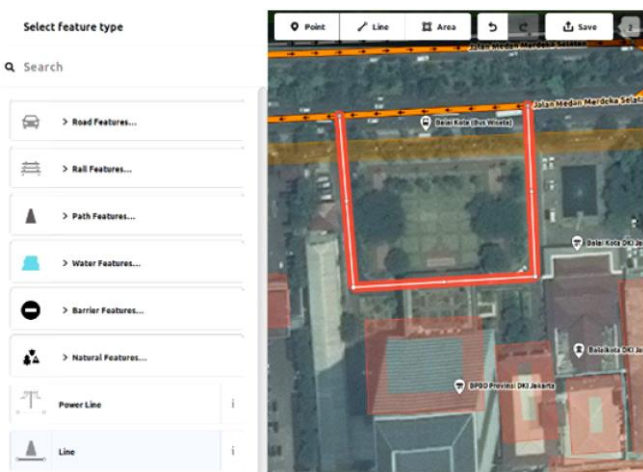










Рис. 2.14.6. Приклад додавання ліній на карті OSM.

Знайдіть дорогу, яка не була намальована на карті, і простежте її. Натисніть один раз на точку, де починається сегмент дороги, перемістіть мишу й натисніть, щоб додати додаткові точки.

Двічі клацніть, щоб завершити процес. Як і в точці, виберіть відповідні записи для своєї лінії. Ви можете перетягувати точки з лінії, натиснувши ліву клавішу миші на точку й перетягнувши її. Ви також можете перемістити всю лінію, вибравши її та інструмент *Перемістити*. Потім перетягніть лінію на нову позицію. У разі натискання лівої клавіші миші на окрему точку (вузол) на рядку і клацання правою клавішею миші (щоб активувати контекстне меню) ви побачите додаткові інструменти (табл. 2.14.2).

Таблиця 2.14.2

Додаткові інструменти в OpenStreetMap

Позначка	Функція інструмента
У разі натискання лівої клавіші миші на окрему точку (вузол)	
	Вилучити точку з лінії
	Від'єднати точку від лінії
	Розділити рядок на два рядки від вибраної точки
У разі натискання лівої клавіші миші на окремих рядок (проте не на точку)	
	Видалити рядок
	Напрямок зворотної лінії (добре для річок і вулиць з одностороннім рухом)
	Створити коло з рядка (активна тільки тоді, коли рядок закрито)
	Сформувати квадратну форму з рядка (активна тільки тоді, коли рядок закрито)
	Перемістити рядок

Рисунки (полігони) (рис. 2.14.7). Щоб додати нову багатогранну форму, натисніть кнопку *Область* (Area). Курсор миші змінюється на знак плюс (+). Спробуйте намалювати будівлю, використовуючи зображення як основу. Ви помітите, що колір вашої форми буде змінюватися залежно від атрибутів, які ви призначили.

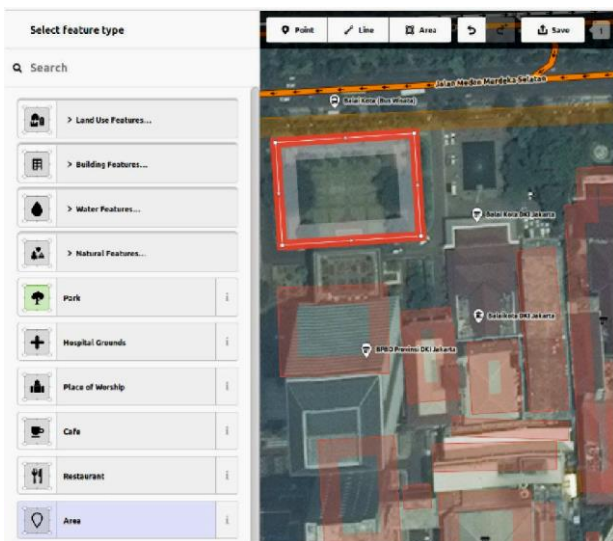


Рис. 2.14.7. Приклад створення полігонів на карті OSM.

Збереження змін. Для збереження змін в OpenStreetMap натисніть кнопку *Зберегти*. Панель зліва покаже панель завантаження. Введіть коментар про свої зміни та натисніть *Зберегти*.

Завдання

За виданим викладачем завданням створити максимальну кількість різнотипних об'єктів (точок, ліній, полігонів) на відповідній території в межах сервісу OpenStreetMap.

Література: [25, 61]

Контрольні питання

1. Схарактеризуйте Інтернет-сервіс OpenStreetMap.
2. Які інструменти розміщені на функціональній панелі OpenStreetMap?
3. Які типові шари карт у OpenStreetMap ви знаєте?
4. За допомогою яких елементів створюють і редагують дані OSM?
5. Які редактори OSM ви знаєте?
6. Як можна нанести точки у OSM?
7. Чим відрізняються способи нанесення на карту ліній і полігонів у OSM?

Лабораторна робота № 15 ДЕШИФРУВАННЯ АЕРОФОТОЗНІМКІВ

Мета роботи: ознайомитися з методикою опрацювання результатів аерокосмознімачів; навчитися дешифрувати знімки, аналізувати об'єкти дешифрування за їхніми ознаками і скласти схему дешифрування.

Обладнання: аерофотознімки, топографічна карта, калька, лінійка, олівець, перо, кольорова туш. Для виконання й оформлення роботи можна використовувати комп'ютер з необхідним програмним забезпеченням (графічний редактор, текстовий редактор).

Теоретичні відомості

Результати аерокосмічного знімання після відповідного опрацювання широко застосовують у різних галузях людської діяльності (дослідження природних ресурсів і освоєння надр, моніторинг стихійних лих та оцінка їхніх наслідків, вивчення антропогенного впливу на навколишнє середовище тощо). Аерокосмічний знімок є своєрідною інформаційною моделлю досліджуваного об'єкта або явища. Є десятки різновидів аналогових і цифрових аерокосмічних знімків, вони відображають різноманітну інформацію про географічні об'єкти й явища, їхні взаємозв'язки і просторовий розподіл, стан, зміни з часом. Для результативного використання цих знімків дослідник повинен знати їхні інформаційні властивості, володіти спеціальними способами і прийомами ефективного одержання з таких зображень потрібної інформації. Читання таких знімків належить до розділу дешифрування.

Дешифрування – це процес розпізнавання об'єктів і контурів місцевості на аерознімках, фотосхемах чи фотопланах. Цей процес передбачає визначення якісних і кількісних характеристик об'єктів та складання схеми дешифрування. У цьому разі виявляють, розпізнають об'єкти, визначають їхню географічну сутність і характеристики, закріплюють результати вивчення умовними знаками. Результати дешифрування залежать від оптичних і геометричних властивостей знімків, використовуваних приладів, рівня знань і досвіду дешифрувальника. Дешифрування, зазвичай, виконують у такому порядку: рельєф, населені пункти, шляхи сполучення, гідрографія, рослинний і ґрунтовий покрив.

Плановий аерофотознімок рівнинної й горбистої місцевості є фотографічним планом місцевості (рис. 2.15.1, *а*), який легко ототожнити з картою (див. рис. 2.15.1, *б*). Він має постійний масштаб і

дає змогу визначати місцезнаходження, конфігурацію і дійсні розміри об'єктів та може бути використаний для визначення координат, відстаней, кутів і площ об'єктів місцевості та інших вимірювань.

На знімках можна розпізнавати об'єкти, розмір зображень яких становить не менше 0,2–0,4 мм. Для точного дешифрування предметів використовують прямі й непрямі дешифрувальні ознаки. До прямих дешифрувальних ознак, які безпосередньо свідчать про характер об'єкта, належать форма (більшість предметів зберігає контури, які вони мають на місцевості), розмір (вимірявши розмір зображення на знімку і знаючи масштаб знімка, легко обчислити розмір об'єкта на місцевості), тінь (допомагає визначити форму об'єкта), колір і тон зображення (що більша відбивна здатність об'єкта чи гладкіша його поверхня, то світліше зображення).

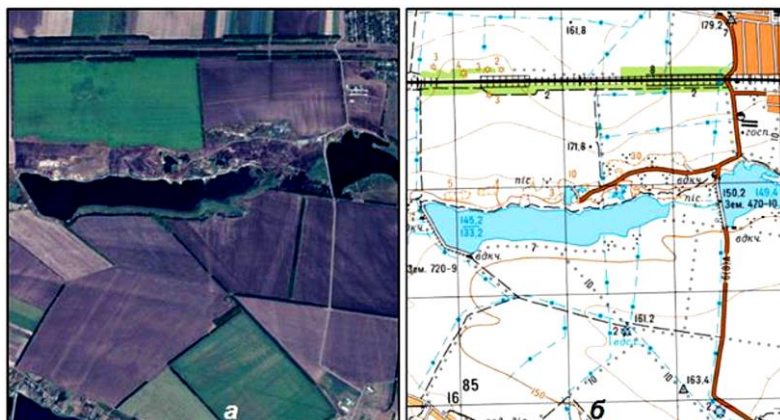


Рис. 2.15.1. Зображення місцевості:

a – на плановому аерофотознімку 2014 р.; *б* – на карті масштабу 1 : 50 000 за станом місцевості на 1992 р.

Непрямі дешифрувальні ознаки – це ті ознаки, які характеризують взаємне розміщення і взаємозв'язки дешифровуваних об'єктів; вони дають змогу отримувати інформацію про об'єкти і процеси, які навіть не відобразилися на знімку.

Якщо за допомогою дешифрувальних ознак об'єкти розпізнати, то можна відобразити їхнє просторове положення умовними знаками на схемі дешифрування (рис. 2.15.2).

Рельєф з чіткими формами добре розпізнається за конфігурацією тіней завдяки різній освітленості схилів. Населені пункти добре дешифрувати за характерною структурою зображення системи вулиць і площ. Промислові підприємства дешифрують за виробничими будівлями, складами, високими трубами, під'їзними шляхами. Для залізниць характерні прямолінійність та округлення з великим радіусом, для шосе – теж прямолінійність та округлення, проте меншого радіуса. Гідрографічні об'єкти легко розпізнають за однотонним зображенням і чіткими береговими лініями.

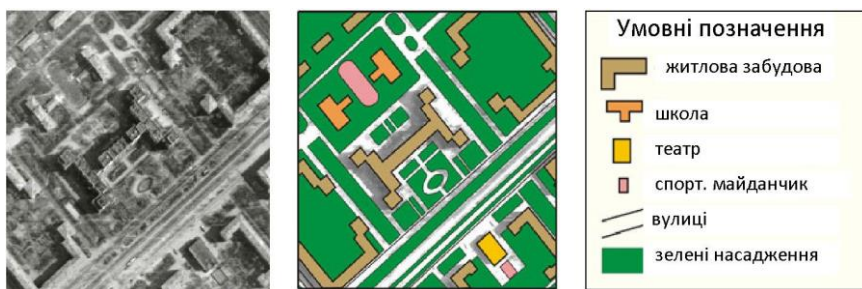


Рис. 2.15.2 Фрагмент аерофотознімка і схема його дешифрування.

Практичні поради для проведення дешифрування.

Дешифрування виконують на кальці за аерофотознімками в комплекті з географічною картою. Напрямок джерела освітлення повинен збігатися з напрямом тіні на знімку. Для створення моделі місцевості аерофотознімки розміщують у тому ж порядку, у якому проводили знімання місцевості, тобто під ліве дзеркало кладуть лівий знімок, а під праве – правий знімок. У цьому разі частини знімків, що перекриваються, повинні бути звернені одна до одної.

Розглядаючи знімок, спочатку розпізнають населені пункти, які представлені геометричними фігурами (звичайно прямокутниками) різного розміру; за кількістю фігур та їхнім розміщенням визначають тип населеного пункту (місто, село, селище міського типу тощо). Для міст характерні парки, стадіони, промислові підприємства, розгалужена правильна система шляхів сполучення. Сільські населені пункти характеризуються присадибними ділянками біля будівель, неправильним плануванням і розташовані поблизу річок,

струмків, ярів. Звичайно від сільських населених пунктів у різних напрямках розходяться польові дороги.

Після цього накладають кальку на знімок і олівцем обводять зображення контурів.

Далі розпізнають об'єкти транспортної мережі. Якщо на знімку є світлі лінійні об'єкти різної товщини з чіткими контурами, досить крутими поворотами, насипами й виїмками, мостами, то це автомобільні шляхи. Звичайно шосейні дороги проходять через населені пункти і збігаються з їхніми головними лініями. Грунтові сільські й польові дороги зображують тонкими помірно звивистими білими лініями, проте з невпорядкованими поворотами, з об'їздами, часто вони губляться, якщо доходять до лісу, луків, угідь тощо. Дорога, яка закінчується біля річки і продовжується на другому березі, свідчить про брід чи міст. Якщо на знімку є світлі лінійні об'єкти з прямолінійними відрізками шляху, плавними закругленими переходами значного радіуса від одного відрізка до іншого, захисними насадженнями біля доріг, наявністю насипів і виїмок, станцій і роз'їздів, то це залізниці.

Після розпізнання об'єктів транспортної мережі накладають кальку на знімок і переносять олівцем контури відповідних об'єктів.

Водні об'єкти розпізнають за рівним темним кольором, частіше чорним. Якщо на фотознімку простежено лінійні темні об'єкти, то це річки, напрям течії яких визначають за формою островів (мають округлий кінець проти течії та загострений – за течією), притоками, що впадають у неї (гирло приток спрямоване в бік течії) та ярами. Озера (округлої форми) і ставки (частіше прямокутної форми, з одного боку можуть бути обмежені дамбою) розпізнають за формою й розмірами їхнього фотозображення. Контури гідрографічної мережі переносять на кальку олівцем так само, як і попередні об'єкти.

Ліс на знімках має порівняно темний тон і зернисту структуру фотозображення. Хвойні й листяні породи мають різну відбивну здатність, тому хвойний ліс буде темніший, ніж листяний. Листяний ліс частіше зображують групами дерев, крони – окремими овальними плямами різної форми. Соснові ліси зображують одним тоном, окремих плям (як групи листяних дерев) нема. Вирубки в лісі виявляють на знімках завдяки геометрично правильній формі та яснішому тону фотозображення. Наявність темних точок свідчить про

дерева, що ростуть окремо. Зображення трав'янистих і чагарникових скупчень виглядають як безструктурні, аморфні ділянки з темно-сірим зернистим фоном. Тінь від чагарників видно не завжди. Луки мають рівний сірий тон і розташовані біля річок. Фруктові сади розпізнають за деревами, що розташовані правильними рядами. Після розпізнання накладають кальку на знімок і обводять олівцем контури.

Болотні ділянки представлені на знімках загальним сірим тоном, який сильно змінюється залежно від наявності трав'яної, мохової чи іншої рослинності та ступеня вологості болота. Мохові (верхові болота) мають неправильні контури з розпливчастими контурами. Низинні (трав'яні) болота розташовані найчастіше вздовж річок з низькими берегами та в знижених місцях серед лісу. Сильне зволоження надає болотам темно-сірого тону на фотозображенні. Прохідність болота визначають за наявністю стежок і деревної рослинності. Рілля виділяється прямолінійними межами, тон зображення залежить від культури. Після визначення таких ділянок їх переносять на кальку.

Коли всі об'єкти на знімку розпізнали й перенесли олівцем на кальку, ще раз перевіряють достовірність змісту.

Кінцевий етап дешифрування – оформлення. Кальку з перенесеним зображенням оформляють за допомогою пера й кольорової туші в прийнятій системі умовних знаків. Потім складають легенду.

Завдання

За виданим викладачем завданням дешифрувати максимальну кількість різнотипних об'єктів на відповідній території. Скласти схему дешифрованої території.

Література: [2, 13, 36, 37, 39, 40]

Контрольні питання

1. У чому полягає суть дешифрування знімків?
2. Назвіть умови, за яких якість дешифрування буде ліпша.
3. Які групи дешифрувальних ознак виділяють?
4. Чим відрізняються прямі й непрямі дешифрувальні ознаки?
5. Що таке *схема дешифрування*?
6. Наведіть дешифрувальні ознаки, що їх використовують для розпізнавання на знімках компактних об'єктів місцевості.

ВИКОРИСТАНІ ТА РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Андрейчук Ю. М. ГІС в екологічних дослідженнях та природоохоронній справі : навч. посіб. / Ю. М. Андрейчук, Т. С. Ямелинець. – Львів : Простір-М, 2015. – 284 с.
2. Артамонов Б. Б. Топографія з основами картографії : навч. посібник / Б. Б. Артамонов, В. П. Штангрет. – Львів : Новий Світ, 2006. – 248 с.
3. Влах М. Історія географії : навч. посібник / М. Влах. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2018. – 338 с.
4. Геодезичний енциклопедичний словник / за ред. В. Літинського. – Львів : Євросвіт, 2001. – 668 с.
5. Геодезичні прилади. Робота з електронним тахеометром ЗТа5Р: Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт / уклад.: Н. Ю. Лазоренко-Гевель, Б. І. Денисюк. – К. : КНУБА, 2014. – 34 с.
6. Геологічне картографування. Типові умовні позначення : [Галузевий стандарт України]. – К., 2002. – 106 с.
7. Дудун Т. В. Географічні карти та картографічний метод дослідження. Т. 2. Картографічний метод дослідження / Т. В. Дудун, С. В. Тігова. – К., 2017. – 145 с.
8. Жупанський Я. І. Історія географії в Україні : навч. посібник / Я. І. Жупанський. – Львів : Світ, 1997. – 264 с.
9. Запара Л. Г. Конспект лекцій з курсу “Картографія з основами топографії” (для студентів денної і заочної форм навчання ОКР бакалавр напряму підготовки 6.040106 “Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування”) / Л. Г. Запара. – Х. : ХНАМГ, 2011. – 54 с.
10. Зацерковний В. І. Аерокосмічні дослідження Землі: історія розвитку / В. І. Зацерковний, Н. П. Каревіна. – К. : ТОВ “Юстон ЛТД”, 2014. – 302 с.
11. Картографія. Терміни та визначення / [Держстандарт України – ДСТУ 2757-94.]. – К., 1994. – 95 с.
12. Козлова І. В. Практикум по картографии / І. В. Козлова. – Томск : Изд. дом Томск. гос. ун-та, 2016. – 58 с.
13. Купріянич І. П. Фотограмметрія та дистанційне зондування : навч. посібник для студентів ВНЗ / І. П. Купріянич, С. В. Бутенко. – К. : МВЦ “Медінформ”, 2013. – 392 с.

14. Курач Т. Класифікація геозображень за формою візуалізації / Т. Курач, І. Підлісецька // Картографічне моделювання та географічні інформаційні системи : Всеукр. наук.-практ. конф. : матеріали. – Львів, 2019. – С. 47–50.
15. Лебедева Н. І. Картографічні методи з екології : навч.-метод. посібник до лаб. робіт для студентів напряму підготовки “Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування” / Н. І. Лебедева. – Запоріжжя : ЗНУ, 2011. – 87 с.
16. Лозинський В. Топографічна карта. Методичні вказівки і завдання з курсу “Топографія” / В. Лозинський. – Львів, 2007. – 50 с.
17. Лозинський В. Топографічна карта : навч.-метод. посібник / В. Лозинський. – Львів : Видав. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2010. – 56 с.
18. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни “Топографія та геодезія” для студентів за напрямом підготовки 6.040106 – “Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування” / уклад. Д. С. Пікареня. – Дніпродзержинськ : ДДТУ, 2014. – 16 с.
19. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічних робіт з дисципліни “Топографія” (для студ. 2 курсу заоч. форми навчання напряму підготовки 6.080101 “Геодезія, картографія та землеустрій”) / уклад. Д. В. Шаульський. – Х. : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. – 37 с.
20. Методичні вказівки і завдання до виконання лабораторних робіт з курсу “Інженерна геодезія” для студентів напряму “Будівництво” / уклад. З. Р. Тартачинська. – Львів : НУ ”ЛП”, 2011. – 65 с.
21. Методичні вказівки і завдання до лабораторних і самостійних робіт з дисципліни “Картографія з основами топографії та ГІС”. Ч. 1 (для студ. денної і заоч. форм навчання напряму підготовки 6.040106 “Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування”) / уклад. С. А. Отечко. – Х. : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. – 34 с.
22. Основи картографії : навч.-метод. посібник для студ. денної форми навчання спеціальностей 7.070908 “Геоінформаційні системи та технології”, 7.070801 “Екологія та охорона навколишнього середовища” / уклад. Л. К. Войславський. – Х. : ХНАМГ. 2005. – 39 с.

23. Остапчук С. М. Картографія: факти, матеріали, відомості : навч. посібник / С. М. Остапчук. – Рівне : НУВГП, 2014. – 193 с.
24. Остроух В. І. Практикум з топографії (методичні вказівки до виконання практич. робіт для студентів напряму 6.0470103 – Геологія) / В. І. Остроух. – К. : КиївЦНТЕІ, 2015. – 44 с.
25. Пасько О. А. Практикум по картографии : учеб. пособие / О. А. Пасько. Э. К. Ликин. – Томск : Изд-во Томск. политех. ун-та, 2012. – 175 с.
26. Патракеєв І. М. Картографія: конспект лекцій (для студ. 3 курсу денної та 3 курсу заочної форми навчання спеціальності “Геоінформаційні системи і геодезія” напряму підготовки 6.080101 “Геодезія, картографія та землеустрій”) / І. М. Патракеєв. – Х. : ХНАМГ, 2013. – 113 с.
27. Сосса Р. І. Історія картографування території України : підручник / Р. І. Сосса. – К. : Либідь, 2007. – 336 с.
28. Тітова С. В. Навчально-методичний посібник з курсу “Картографічні методи в екології” для студентів ННЦ Інститут біології кафедри екології, охорони навколишнього середовища та збалансованого природокористування / С. В. Тітова, Т. В. Дудун. – К., 2015. – 139 с.
29. Україна і українці очима світу : бібліогр. покажч. / упоряд.: О. І. Білик, К. М. Науменко. – К., 2018. – 248 с.
30. Умовні знаки для топографічних карт масштабів 1:25000, 1:50000, 1:100000 / Наказ Міністерства України № 330 від 27.08.2001 р.
31. Умовні знаки для топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500, – К, 2001.
32. Хаєцький Г. С. Картографія з основами топографії : навч. посібник для студентів географ. спец. пед. університетів та інститутів. Ч. 2. Картографія / Г. С. Хаєцький, Л. І. Стефанков. – Вінниця : ВДПУ, 2014. – 147 с.
33. Шевченко В. О. Географічна карта: етимологія та еволюція терміна / В. О. Шевченко // Вісн. геодезії та картографії. – 2010. – № 3. – С. 8–10.
34. Шевченко Р. Ю. Картографія : підручник / Р. Ю. Шевченко. – К. : ЦНМВ “Кий”, 2015. – 230 с.

35. Шершнев О. В. Топографія с основами геодезії : практ. руководство / О. В. Шершнев, Н. В. Годунова. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2014. – 48 с.
36. Дистанційне зондування Землі [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://spacescenter.gov.ua/dzz>
37. Інструкція по дешифруванню аерофотоснімків и фотопланов в масштабах 1 : 10 000 и 1 : 25 000 для целей землеустройства, государственного, учета земель и земельного кадастра [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.twirpx.com/file/2116074/>
38. Інструкція з топографічного знімання у м-бах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500, затверджена наказом Головного управління геодезії, картографії та кадастру при КМУ від 09.04.1998 р. № 56 [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0393-98>
39. Інструкція по аерофототопографічним роботам [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0393-98>
40. Камеральні стереографічні роботи [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://ru.osvita.ua/vnz/reports/geograf/23995/>
41. Класифікатор інформації, яка відображається на топографічних картах масштабів 1:10000, 1:25000, 1:50000, 1:100000, 1:200000, 1:500000, 1:1000000 [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.geoguide.com.ua/basisdoc/basisdoc.php?part=tgo&art=3401>
42. Лахоцька Е. Я. Основи картографії : навч. посібник для студентів денної і заочної форм навчання зі спеціальності 193 “Геодезія та землеустрій” ОКР бакалавр та молодший спеціаліст. – Ужгород, УжНУ, 2017, – 79 с. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/21563/1/Навчальний%20посібник.pdf>
43. МЕТА. Мапи України [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://map.meta.ua/>
44. Навчально-методичний ресурс OSVITANET. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://new.osvitanet.com.ua/>
45. Основні положення створення та оновлення топографічних карт масштабів 1:10000, 1:25000, 1:50000, 1:100000, 1:200000, 1:500000, 1:1 000000 [Електронний ресурс]. Режим доступу:

<http://www.geoguide.com.ua/basisdoc/basisdoc.php?part=tgo&art=3201>

46. Остроух В. І. Інтерактивні карти для вивчення географії в школі. [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://www.ukrmap.com.ua/articles/interaktivnaya>
47. Постанова КМУ № 2028 від 26.12.2003 р. “Про затвердження Програми підготовки та видання Національного атласу України” [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2028-2003-%D0%BF#Text>
48. Постанова КМУ № 661 від 04.09.2013 р. “Про затвердження Порядку загальнодержавного топографічного і тематичного картографування” [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.kmu.gov.ua/npras/246677903>
49. Постанова КМУ №1259 від 22.09.2004 р. “Деякі питання застосування геодезичної системи координат” [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.kmu.gov.ua/npras/9103399>
50. Постанова КМУ №2359 від 22.12.1999 “Про впровадження на території України Світової геодезичної системи координат WGS-84” [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2359-99-%D0%BF#Text>
51. Програмні засоби для створення ГІС. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://gisa.org.ua/soft-index.htm>
52. Січинський В. Чужинці про Україну. 5-те вид. / В. Січинський. – Авгсбург, 1946. – 118 с. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://diasporiana.org.ua/wp-content/uploads/books/2206/file.pdf>
53. Тишковець В. В. Особливості екологічного картографування в Україні / В. В. Тишковець, В. М. Опара // Проблеми безперервної географічної освіти і картографії. – 2012. – Вип. 15. – С. 102–105. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pbgo_2012_15_32
54. ArcGIS Online [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.arcgis.com/home/index.html>
55. Geoportal Bayern [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://geoportal.bayern.de/geoportalbayern/>
56. Geoportal Infrastruktury Informacji Przestrzennej [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.geoportal.gov.pl/>
57. Google Maps [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.google.com.ua/maps>

58. Google_Earth [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.google.com/earth/>
59. Le Géoportail [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.geoportail.gouv.fr/>
60. NATCARB/ATLAS [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.netl.doe.gov/coal/carbon-storage/strategic-program-support/natcarb-atlas>
61. OpenStreetMap [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.openstreetmap.org>
62. Other Global Navigation Satellite Systems (GNSS) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.gps.gov/systems/gnss/>
63. What is Geomatics? [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.geomatics.uct.ac.za/geomatics/what-is-geomatics>

ДОДАТКИ

Додаток 1

Таблиця 1

Визначник картографічних проєкцій карт світу

Форма рамки карти або вигляд усїєї сітки	Зображення паралелей і меридіанів	Зміна проміжків між паралелями за прямим меридіаном з віддаленням від екватора	Назва проєкції
Сітка і рамка – прямокутник, полюс у рамці карти не показують	Прямими лініями	Дуже збільшуються: між паралелями 60 і 80° майже втричі більші, ніж між екватором і паралеллю 20°	Нормальна рівнокутна циліндрична Меркатора
		Збільшуються: між паралелями 60 і 80° приблизно в 2,6 раза більші, ніж між екватором і паралеллю 20°	Нормальна циліндрична Урмасва (1945)
		Збільшуються: між паралелями 60 і 80° приблизно в 1,8 раза більші, ніж між екватором і паралеллю 20°	Нормальна циліндрична Урмасва (1948)
		Збільшуються: між паралелями 60 і 80° майже в півтора рази більші, ніж між екватором і паралеллю 20°	Нормальна циліндрична Голла
Рамка – прямокутник, полюс в рамці карти не наводять	Паралелі – прямими, меридіани – кривими	Збільшуються: між паралелями 70 і 80° майже в півтора рази більші, ніж між екватором і паралеллю 10°	Псевдоциліндрична ЦНДІГ АіК
		Збільшуються: між паралелями 60 і 80° майже в півтора рази більші, ніж між екватором і паралеллю 20°	Псевдоциліндрична Урмасва
	Паралелі – ексцентричними дугами, меридіани – кривими	Рівні	Поліконічна ЦНДІГ АіК
		Збільшуються: між паралелями 60 і 80° майже в 1,2 раза більші, ніж між екватором і паралеллю 20°	Поліконічна ЦНДІГ АіК
Сітка і рамка – еліпс, полюс – точка	Паралелі – прямими, меридіани – кривими	Зменшуються: між полюсом і паралеллю 80° в 2,5 раза менші, ніж між екватором і паралеллю 10°	Рівновелика псевдоциліндрична Мольвейде
	Паралелі й меридіани – кривими	Зменшуються: приполярний проміжок становить ~ 0,7 приекваторіального	Рівновелика Аітова–Гаммера

Закінчення табл. 1

Форма рамки карти або вигляд усієї сітки	Зображення паралелей і меридіанів	Зміна проміжків між паралелями за прямим меридіаном з віддаленням від екватора	Назва проєкції
Сітка з розривами, полюс – кількома точками	Паралелі – прямими, меридіани – кривими	Зменшуються: між полюсом і паралеллю 80° відстань в 2,5 раза менша, ніж між екватором і паралеллю 10°	Рівновелика псевдоциліндрична Мольвейде–Гуда з розривами
Сітка з розривами, полюс – низкою прямих		Зменшуються: між полюсом і паралеллю 80° відстань у шість разів менша, ніж між екватором і паралеллю 10°	Рівновелика псевдоциліндрична синусоїдальна

Таблиця 2

Визначник картографічних проєкцій карт Східної і Західної півкулі

Вигляд паралелей	Зміна проміжків за середнім меридіаном і екватором від центра півкулі до її країв	Назва проєкції
Криві, які збільшують кривизну з віддаленням від середнього меридіана до крайніх	Зменшуються майже в 1,4 раза	Поперечна азимутальна рівновелика Ламберта
	Зменшуються майже в 1,3 раза	Поперечна азимутальна рівновелика Гінзбурга
	Рівні	Поперечна азимутальна рівнопроміжна Постеля
Дуги кіл	Збільшуються майже вдвічі	Поперечна азимутальна рівнокутна стереографічна
	Рівні	Кругова кульова (глобулярна) довільна Арроусміта
Прямі	Сильно зменшуються (приблизно в шість–сім разів)	Поперечна азимутальна рівнопроміжна ортографічна
Прямі	Зменшуються за меридіаном і не змінюються за екватором	Псевдоциліндрична рівновелика Мольвейде

Таблиця 3

Визначник картографічних проєкцій Північної та Південної півкуль карт Арктики й Антарктики

Вигляд паралелей і меридіанів	Зміна проміжків між паралелями та меридіанами від центру півкулі до її країв	Назва проєкції
Паралелі – концентричні кола, меридіани – прямі	Рівні	Нормальна азимутальна рівнопроміжна Постеля
	Зменшуються приблизно в 1,3 раза	Нормальна азимутальна рівновелика Ламберта
	Збільшуються	Нормальна азимутальна рівнокутна стенографічна
	Сильно збільшуються	Перспективна азимутальна центральна довільна

Таблиця 4

Визначник картографічних проєкцій материків і частин світу

Вигляд паралелей і меридіанів	Вигляд лінії екватора	Зміна проміжків між паралелями за середнім (прямим) меридіаном від центра материка	Зміна проміжків між сусідніми паралелями з віддаленням від середнього меридіана на захід і схід	Назва проєкції
Криві зі збільшуваною кривизною з віддаленням від середнього (прямого) меридіана	Крива	Зменшуються	Збільшуються	Коса азимутальна рівновелика Ламберта
	Пряма	Зменшуються	Збільшуються	Поперечна азимутальна рівновелика Ламберта
	Крива	Зберігаються рівними	Збільшуються	Коса азимутальна рівнопроміжна Постеля
Паралелі – пологі криві, близькі до дуг кіл; меридіани – криві	Крива	Зменшуються	Змінюються мало, по-різному в різних місцях	Умовна довільна ЦНП-ГАіК для карт Євразії
Паралелі – дуги концентричних кіл; меридіани – криві	Дуга кола	Не змінюються	Не змінюються	Псевдоконічна рівновелика Бонна
Паралелі – дуги концентричних кіл; меридіани – прямі	Дуга кола	Збільшуються	Не змінюються	Нормальна конічна рівнокутна Ламберта–Гауса
Паралелі – прямі, меридіани – криві	Пряма	Не змінюються	Не змінюються	Псевдоциліндрична рівновелика Сансона

Таблиця 5

Визначник картографічних проєкцій карт океанів

Паралелі і меридіани	Полос	Екватор	Як змінюються проміжки між паралелями по середньому (прямому) меридіану з віддаленням	Назва проєкції
Меридіани – криві	Точка	Пряма	Зменшуються: між 60 і 80° приблизно в півтора рази, ніж між екватором і паралеллю 20°	Псевдоконічна рівновелика Мольвейде
			Зменшуються: між 60 і 80° приблизно в півтора рази менше, ніж між екватором і паралеллю 20°	Псевдоциліндрична довільна Урмасва (з невеликим спотворенням площ)
	Лінія		Зменшуються: між 60 і 80° приблизно в 1,8 рази менше, ніж між екватором і паралеллю 20°	Псевдоциліндрична синусоїдальна рівновелика Урмасва
			Рівні	Псевдоциліндрична еліптична довільна Каврайского
Меридіани і паралелі – криві	Точка	Крива	Зменшуються	Скісна азимутальна рівновелика Ламберта
			На північ не змінюються, на південь зменшуються	Скісна псевдоазимутальна довільна ЦНІІГАіК
	Пряма	Зменшуються несуттєво	Поперечна псевдоазимутальна довільна ЦНІІГАіК	
Меридіани – криві, паралелі – дуги ексцентричних кіл	Лінія	Пряма	Збільшуються: між 60 і 80° приблизно в 1,2 рази більше, ніж між екватором і паралеллю 20°	Поліконічна довільна ЦНІІГАіК
Меридіани і паралелі – прямі, взаємно перпендикулярні			Збільшуються: між 60 і 80° приблизно втричі більше, ніж між екватором і паралеллю 20°	Нормальна циліндрична рівнокутна Меркатора

Таблиця 6

















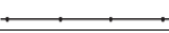




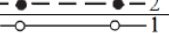

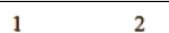

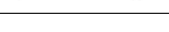





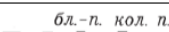
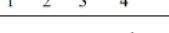

Визначник картографічних проєкцій карт країн колишнього СРСР
та інших держав

Паралелі й меридіани	Як змінюються проміжки між паралелями вздовж прямого меридіана	Додаткові дані	Назва проєкції
Паралелі – дуги концентричних окружностей, меридіани – прямі	Збільшуються від середньої широти картографованої території на північ і південь	Точка Північного полюса може бути на перехресті меридіанів	Рівнокутна нормальна конічна Ламберта–Гауса
	Рівні	Точка перетину меридіанів віддалена від дуги з широтою 90° на $\sim 3^\circ$	Нормальна конічна рівнопроміжна Красовського
		Точка перетину меридіанів віддалена від дуги з широтою 90° на $\sim 6^\circ$	Нормальна конічна рівнопроміжна Каврайського
Паралелі й меридіани – криві	Збільшуються до півночі, між полюсом і паралеллю 80° в 1,3 раза більше, ніж між паралелями 40 і 50°	Прямий меридіан – 100° сх. д. Сітка наочно передає сфероподібність Землі	Коса перспективно-циліндрична Соловійова
Паралелі й меридіани – криві	Рівні	Прямий меридіан – 120° сх. д. Інші – криві. Багато змінює напрям опуклості	Коса циліндрична рівнопроміжна ЦНДІГ АіК
	Практично рівні	Прямий меридіан – 90° сх. д.	Коса азимутальна ЦНДІГ АіК
	Незначно зменшуються від середньої широти території до півночі й півдня	Прямий меридіан – 100° сх. д. Інші – криві. Багато змінює напрям опуклості	Коса перспективно-циліндрична ЦНДІГ АіК
Паралелі – дуги ексцентричних окружностей, меридіани – криві	Зменшуються з півдня на північ. Між полюсом і паралеллю 80° становлять $0,9$ відстані між паралелями 40 і 50°	Прямий меридіан – 90° сх. д.	Видозмінена поліконічна Салманової

Додаток 2

Основні умовні знаки для топографічних карт
масштабу 1 : 25 000, 1 : 50 000 та 1 : 100 000



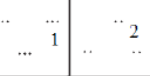
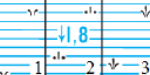
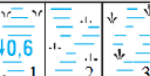



Умовні знаки	Назви та характеристики об'єктів
	Кордони державні
	Пункти державної геодезичної мережі
	Те саме: 1) на курганах 2) на будівлях; 3) на церквах
	Пункти розрядних геодезичних мереж згущення
	Те саме на курганах
	Будівлі житлові та нежитлові
	Будівлі визначні
	Поодинокі двори
 зруйн.	Будівлі зруйновані та напівзруйновані
	Труби промислових підприємств
	Промислові підприємства з трубами
	Промислові підприємства без труб
	Устя шахтних стовбурів та штолень: 1) діючих; 2) недіючих
	Терикони, відвали порід
 кам.	Розробки корисних копалин відкритим способом
	Торфорозробки
 нафт.	Нафтові та газові свердловини з вишками
	Склади пального та газгольдери
	Бензоколонки та заправні станції
 ГЕС	Гідроелектростанції (ГЕС)
	Електростанції (ДРЕС, ТЕЦ та ін.)
	Градірні
	Підстанції електричні
	Радіостанції та телевізійні центри
	Телевізійні башти
	Аеродроми, гідроаеродроми
	Майданчики для посадки літаків
	Капітальні споруди баштового типу
	Вишки легкого типу

 мук.	Водяні млини та лісопильні
	Вітряки
	Двигуни вітряні
■ лисн.	Будинки лісників
	Телеграфні установи та телефонні станції
	Станції метеорологічні
	Церкви, костьоли
	Мечеті
	Буддійські монастирі, храми та пагоди
	Каплиці
	Визначні пам'ятники та монументи
	Пам'ятники і монументи, братські та окремі могили
 1  2	1. Кладовища без рослинності 2. Кладовища з густою деревною рослинністю
	Скотомогильники
	Пасіки
	Загони для худоби
	Лінії зв'язку (телефонні, телеграфні, сигналізації)
	Лінії електропередачі на дерев'яних опорах та залізобетонних стовпах висотою до 14м
	Лінії електропередачі на металевих та залізобетонних опорах (фермах, стовпах висотою 14м і вище)
 1  2	Нафтопроводи: 1) наземні; 2) підземні
 1  2	Газопроводи: 1) наземні; 2) підземні
 1  2	Залізниця: 1) одноколіїні неелектрифіковані; 2) двоколіїні електрифіковані
	Залізниця вузькоколіїні
	Трамвайні колії
	Дороги підвісні
	Залізниця розібрані
 1  2	Залізниця, що споруджуються: 1) нормальної колії; 2) вузькоколіїні
 бл.-п. кол. п.	1. Залізничні станції. 2. Роз'їзди, платформи. 3. Блокпости. 4. Колійні пости
 4  4	Залізниця на насипах та у виїмках: (4 – висота або глибина в метрах)

	Автомагістралі (автостради)
	Автомобільні дороги з удосконаленим покриттям
	Автомобільні дороги з покриттям
	Автомобільні дороги без покриття
	Дороги ґрунтові: 1) пугівці; 2) польові та лісові
	Автомобільні дороги, що споруджуються: 1) автомагістралі; 2) з удосконаленим покриттям; 3) з покриттям; 4) без покриття
	Автомобільні дороги на насипах та у виїмках: (4 – висота або глибина в метрах)
	Номери автомобільних доріг
	Ділянки доріг з великими ухилами (8% і більше) і малим радіусом повороту (25м і менше)
	Берегові лінії річок, озер постійні та визначені
	Берегові лінії річок, озер непостійні та невизначені
	Річки та струмки з постійним водотоком
	Річки та струмки пересихаючі
	Водоспади (5 – висота падіння води в метрах)
	Пороги
	Початок регулярного судноплавства
	Позначки урізів води
	Стрілки, що показують напрямок і швидкість течії річки (м/с)
	Характеристика річок і каналів: у чисельнику – ширина (м); у знаменнику – глибина (м), ґрунт дна
	Ізобати та їх підписи
	Позначки глибин в метрах
	Канали та канали шириною до 3м
	Греблі проїжджі
	Греблі непроїжджі
	Пристані з обладнаними причалами
	Маяки
	Постійні знаки берегової сигналізації
	Водопроводи: 1) наземні; 2) підземні

	Головні колодязі
 (с.-сол.)	Колодязі (характеристика води – гірко-солоня)
 1  2	Колодязі: 1) з вітряним двигуном; 2) бетоновані з механічним підніманням води
 арт. к.	Артезіанські колодязі та артезіанські свердловини
	Водосховища та інші споруди для збору води
 1  2	Джерела: 1) необладнані; 2) обладнані
	Мости через незначні перешкоди та труби (довжиною до 3м)
 1 2	Характеристика мостів на: 1) автодорогах; 2) залізницях (3Б – матеріал споруди, 8 – висота низу ферми моста над рівнем води; 370 – довжина моста, 10 – ширина проїжджої частини в метрах, 60 – вантажопідйомність в тоннах)
 бр.	Броди
 пер.	Перевози
 пор.	Поромні переправи
 3зем. 3 6	Дамби (Зем. – матеріал споруди, 3 – ширина по верху, 6 – висота в метрах)
 100 ① ② ③ ④	Горизонталі: 1) основні потовщені; 2) основні; 3) додаткові; 4) допоміжні (100 – підписи горизонталей в метрах)
1 2 •247,1 •161,5	Позначки висот: 1) командних; 2) точок місцевості
 15,2 140,6 90,8	Позначки висот біля орієнтирів
 1025,2 IV-X	Перевали, позначки їхніх висот і місяці дії
 10	Скелі-останці (10 – висота в метрах)
 1  2	1. Окремі камені 2. Скупчення каміння
 5  5	1. Ями (5 – глибина в метрах) 2. Кургани та горби (5 – висота в метрах)
 печ	Входи в печери та гроти
	Скелі та скелясті обриви
 8 3	Яри та водорії (вимоїни): (8 – ширина між бровками, 3 – глибина в метрах)
 21	Обриви (21 – висота в метрах)

	Контури рослинності та ґрунтів
	<p>Переважаючі породи дерев у лісі: 1) хвойні (ялина, сосна, ялиця); 2) листяні (береза, дуб, клен); 3) мішані. Характеристика дерев у метрах: 25 – середня висота дерев, 0,30 – середня товщина стовбурів, 6 – середня відстань між деревами</p>
• • • • 6 • • • •	Вузькі смуги лісу та захисні лісонасадженьня (6 – середня висота дерев у метрах)
°	Невеликі ділянки лісу, що не виражаються в масштабі карти і не мають значення орієнтирів
т 1 0 2 0 3	Окремі гаї, що не виражаються в масштабі карти, але мають значення орієнтирів: 1) хвойні; 2) листяні; 3) мішані
т 1 0 2	Поодинокі дерева, що мають значення орієнтирів: 1) хвойні; 2) листяні
бер. 2	Поросль лісу, лісові розсадники і молоді посадки висотою до 4м (2 - середня висота дерев у метрах)
	Буреломи (вітровали)
о о о	1. Рідколісся
т 1 L 2	1. Горілі ділянки лісу та сухостої (згарища); 2. Вирубані ділянки лісу (зруби)
	Просіки в лісі: 1) виражаються в масштабі карти (лінії електропередачі по просіках); 2) інші просіки; 3) лінії зв'язку по просіках
• 1 • 2	1) окремі кущі та групи кущів; 2) суцільні зарості кущів
1 2 т 0,6 0,6	Породи чагарників: 1) хвойні; 2) листяні (0,6 – середня висота кущів у метрах)
• • • • • • • • • •	Вузькі смуги кущів та живопліт
	Сади фруктові та цитрусові
	Виноградники
" " " " 1 " " " " 2	Трав'яна рослинність: 1) лугова; 2) високотрав'яна (вище 1м)

	Зарості очерету
1 2 3 	Мочарі: 1) з трав'яною рослинністю; 2) з очеретом; 3) заболоченість
	1. Степова (трав'яна) рослинність; 2. Напівчагарники (полин тощо)
	Болота непрохідні та важкопрохідні (1,8 – глибина в метрах): 1) з трав'яною; 2) з моховою; 3) з очеретяною рослинністю
	Болота прохідні (0,6 – глибина (м): 1) з трав'яною; 2) з моховою; 3) з очеретяною рослинністю
	Солончаки непрохідні (мокрі та пухкі)
	Солончаки прохідні
	Піски рівні
ВІННИЦЯ ХМІЛЬНИК	Назви міст
УЛАНІВ ІВАНКІВСЬКЕ	Назви селищ
СЬОМАКИ Думенки Крутів	Назви сіл і прирівняних до них поселень
<i>Юхимове</i>	Назви окремих хуторів та поодиноких дворів
Буча	Назви залізничних станцій, роз'їздів, платформ, морських і річкових пристаней
ЧОРНЕ МОРЕ <i>БУЗЬКИЙ ЛИМАН</i> <i>Перевоська затока</i>	Назви морів, заток, проток, бухт, лиманів, озер, водосховищ
ДНІПРО ДЕСНА	Назви судноплавних річок і каналів
<i>Тетерів</i> <i>Ірпінь</i>	Назви несудноплавних річок, озер, струмків, каналів
ЗАКАРПАТСЬКА НИЗОВИНА <i>бол. Безодня</i> <i>ур. Ховшин</i>	Назви низовин, рівнин, пустель, пісків, солончаків, боліт, урочищ
КАРПАТИ <i>г. Говерла</i>	Назви гір, хребтів, височин, перевалів, курганів

ОПИС МІСЦЕВОСТІ ЗА ТОПОГРАФІЧНОЮ КАРТОЮ

Рельєф ділянки гірський, з добре вираженою V-подібною долиною р. Павлів і значною кількістю балок і ярів. Вищі точки на місцевості дещо перевищують 550 м, коливання висот до сягає 50 м.

Територію перетинає р. Павлів (права притока р. Опір) завширшки 2 м і завглибшки до 1,7 м. Швидкість течії – 3,5 м/с. Це типова гірська річка, що протікає з північного сходу на південний захід. Значних її приток на карті не виявлено. Річка несплавна й не-судохідна.

На крайній півночі ділянки є один невеликий ставок господарського значення, а також джерела на схилах балок.

Територія на півночі карти зайнята хвойним лісом. У лісі ростуть сосни заввишки в середньому 35 м, діаметр стовбура – близько 30 см. Площа лісу в межах району становить близько 4 км². У лісі є мережа просік і доріг. На галявині в західній частині лісу знаходиться будинок лісника. Луки з чагарниковою рослинністю охоплюють південь району між шосе й залізницею. Незначна частина на південному сході території зайнята ріллею.

Місто Сколе, яке розташоване на березі р. Опір, є районним центром. У місті є лікарня і церква, а на околицях міста – городи і фруктові сади. Через місто проходить залізнична колія й автомагістраль міжнародного значення.

У районі значна кількість лісових і польових доріг. Поліпшені ґрунтові дороги завширшки до 8 м перетинають Сколе з південного сходу на північний захід. У місті на захід і північний схід простягаються проводи високовольтної лінії електропередач.

Корисні посилання на картографічні Інтернет-ресурси
Україна

1. 3-D карта Києва – <https://goo.gl/kmJfKг>
2. Веб-портал раритетних карт України – <http://freemap.com.ua/>
3. Геопортал “Ліси України” – <http://forest.gki.com.ua>
4. Геопортал “Відкрите довкілля” – <http://openenvironment.org.ua/>
5. Геопортал водного кадастру – <https://goo.gl/1V5ELv>
6. Геопортал ДЗЗ та NDVI – <http://portal.dzz.gov.ua>
7. Геопортал Івано-Франківської області – <http://mbk.if.gov.ua/>
8. Геопортал Луцька – <http://geo.lutskrada.gov.ua/>
9. Геопортал об’єктів культурної спадщини – <http://u.to/LAkkFw>
10. Геопортал Державного космічного агентства України – <http://www.sich.org.ua/>
11. Геопортал м. Львова – <https://map.city-adm.lviv.ua/>
12. Геопортал містобудівного кадастру Львівської області – <https://gis.loda.gov.ua/>
13. Геокадастр Закарпатській області – <https://zakarpatoblarch.org.ua/>
14. Геокадастр Тернопільської області – <https://mbk.te.gov.ua/portal/home/>
15. Геокадастр Тернополя – <https://gis.tmrada.gov.ua/portal/home/>
16. Демографія України за 2015–2020 рр. – <http://surl.li/enzj>
17. Державна геодезична мережа – <http://dgm.gki.com.ua/>
18. Державна геологічна карта України масштабу 1 : 200 000 – <http://geoinf.kiev.ua/wp/kartograma.htm>
19. Дороги України – <https://kmplus.org.ua/ua>
20. Екологічні проблеми – <https://ecoukraine.org/allproblemsmap>
21. Електромережі Волинської, Івано-Франківської та Львівської областей – <https://www.energsoftcom.lviv.ua/>
22. Екологічна оцінка водних ресурсів – <https://bit.ly/2C2KmP3> і
23. Зони обмежень використання повітряного простору – <https://u.to/B-ESFQ>
24. Інтерактивна геологічна карта України – <http://minerals-ua.info/mapviewer/geolmap.html>

25. Інтерактивна карта родовищ корисних копалин (горючих корисних копалин) – <http://minerals-ua.info/mapviewer/goruchispecd.php?pr=0>
26. Інтерактивна карта родовищ корисних копалин (металевих корисних копалин) – <http://minerals-ua.info/mapviewer/metalispecd.php?pr=0>
27. Інтерактивна карта родовищ корисних копалин (неметалевих корисних копалин) – <http://minerals-ua.info/mapviewer/nemetalispecd.php?pr=0>
28. Інтерактивна карта родовищ корисних копалин (вод підземних, лікувальної грязі та ропи) – <http://minerals-ua.info/mapviewer/voda-specd.php?pr=0>
29. Інтерактивна карта родовищ корисних копалин (техногенних об'єктів) – <http://minerals-ua.info/mapviewer/urp.php>
30. Інтерактивна карта геологічної і геофізичної вивченості вуглеводнів України – <http://minerals-ua.info/mapviewer/nadra-viv.php>
31. Інформація про жителів України з 1650 по 1920 рр. – <https://pra.in.ua/>
32. Історія українських земель від 1000 по 2017 р. – <https://goo.gl/XpQfa2>
33. Карта 3D моделей об'єктів культурної спадщини – <https://map.geoportua.com/culture/>
34. Карта басейну річки Тиса – <http://buvrtysa.gov.ua/newsite/>
35. Карта пам'яток архітектури – <https://renovationmap.org/map/>
36. Карта пилу – <http://surl.li/enzc>
37. Карта техногенних об'єктів (відвали, терикони) – <https://u.to/J9oTFQ>
38. Карта сховищ газу – <http://utg.ua/live/>
39. Карти України 1921–1937 рр. – <http://gis.huri.harvard.edu/>
40. Карта забруднення річок – <http://texty.org.ua/water/>
41. Метеокарта – <http://meteo.gov.ua/>
42. Моніторинг якості повітря – <https://eco-city.org.ua/>
43. Національні природні парки – <https://bit.ly/2EOIb3M>
44. Нова карта кліматичних зон – <https://u.to/FvUSFQ>
45. Новий адміністративно-територіальний поділ. Карта – <https://cutt.ly/OjxpmE> і Атлас – <https://cutt.ly/mjxysII>
46. Нові райони України – <http://surl.li/eosj>
47. Публічна кадастрова карта – <https://newmap.land.gov.ua>

48. Радіаційний моніторинг – <http://www.igns.gov.ua/rad-map/>
49. Рівень хімічного забруднення річок – <https://goo.gl/HafWA6>
50. Топографічна карта масштабу 1 : 100 000 – <https://cutt.ly/xdNzEMT>
51. Топографічний план Рівненської області – <https://bit.ly/2EKvYgs>
52. Туристична карта України з великим об'ємом даних по різних історико-культурних об'єктах – <http://maps.turystam.in.ua/>
53. Якість водопровідної води – <https://ziko.com.ua/analysis-map/>
54. Якість повітря – <https://saveecobot.com/maps>

Європа, США, Світ

1. 12 інтерактивних карт про Європу – <https://europeisnotdead.com/> (від Seignovert Romain)
2. 120 історичних карт – <https://rumsey.geogarage.com/> (від @David Rumsey Map Collection)
3. 1500 історичних карт – <http://surl.li/eoso>
4. 200 гірських хребтів – <https://u.to/7BYkFw>
5. 3D моделі Лондона – <https://cutt.ly/Fjxttxa>
6. 75 динамічних карт історії – <https://www.timemaps.com/history//>
7. Активні АЕС – https://www.reddit.com/r/MapPorn/comments/dy4qaf/active_nuclear_power_plants_in_europe/
8. Анімація вітрів – <https://majicweather.com/>
9. Аномалії світових температур – <https://ghunkins.github.io/globe/>
10. Атлас вітрів – <https://globalwindatlas.info/>
11. Атлас вітру – https://u.to/r_gSFQ
12. Атлас екологічних конфліктів – <http://ejatlas.org/>
13. Атлас морів Європи – <https://ec.europa.eu/maritimeaffairs/atlas/>
14. Басейни річок – <http://watersheds.fernleafinteractive.com/>
15. Біорізноманіття – <http://www.half-earthproject.org/maps/>
16. Виверження, землетруси і викиди вуглецю – <http://volcano.si.axismaps.io/>
17. Використання і втрати лісів – u.to/YX0qFw
18. Відкрита топографічна карта – <https://opentopomap.org>
19. Візуалізація джерел енергетики – <https://goo.gl/FfsEMX>
20. Візуалізація людської діяльності – <https://bit.ly/2KP7hhx>
21. Візуалізація супутникової зйомки – u.to/psAkFw
22. Віртуальні музеї – <https://virtualmuseums.io/>

23. Вплив людини на навколишнє середовище – <https://goo.gl/XCZ3fZ>
24. Встановлення меж 1946–2016 – <https://cutt.ly/ojcCGqr>
25. Вугільні електростанції за 90 років – u.to/JwovFw
26. Вулканічні озера – <https://u.to/7bPaFQ>
27. Газотранспортна інфраструктура – <https://goo.gl/Tt9etx>
28. Геоїд (форма Землі) – <https://neocarto.hypotheses.org/11547>
29. Гео-історія – bit.do/foyfp
30. Геологічна карта Арктики – <https://u.to/hOoSFQ>
31. Геологічна карта материкової частини – <https://goo.gl/2f8jpd>
32. Геологічна карта світового океану – <https://goo.gl/89tDM4>
33. Геологія Великобританії – strata-smith.com/map/
34. Геологія морського дна – <http://www.emodnet-geology.eu/map-viewer/>
35. Геопортал батиметрії – <https://www.bathymetry.store/#main>
36. Геопортал ґрунтів – <https://soilgrids.org/>
37. Геопортал природи – <http://surl.li/eoxo>
38. Глибина землетрусів – <http://surl.li/enzk>
39. Глибина Маріанської западини – <https://cutt.ly/odNzqc5>
40. Глобус Джерарда Меркатора 1595 р. – <https://bit.ly/2MV41SE>
41. Глобус Джованні Кассіні – <https://bit.ly/2pO3IAa>
42. Глобус землетрусів – <http://www.ninepointfive.org/>
43. Глобуси 17–18 століть – <http://surl.li/eoya>
44. Дані про водний баланс – <https://goo.gl/iFcCA8>
45. Державні і приватні ліси Європи – <https://bit.ly/2NA3GFE>
46. Дослівні назви країн – <https://bit.ly/2OdWGDt>
47. Еволюція автомагістралей 1920–2020 роки – u.to/2JskFw
48. Екорегіони – <http://surl.li/eoxq>
49. Етнічний глобус – <https://bit.ly/2OOpVvX>
50. Забруднення океану – <https://litterbase.awi.de/litter>
51. Забруднення повітря – <https://u.to/ctvaFQ>
52. Забруднення повітря Великобританії – <https://cutt.ly/LjcNla4>
53. Забруднювачі повітря – <https://cutt.ly/cjcFNzB>
54. Загроза зникнення тварин – u.to/brAkFw
55. Заморожування і відтаювання – u.to/OoMqFw
56. Землетруси в 2001–2015 рр. – u.to/VYgzFw
57. Землетруси за 120 років – bit.do/forbh
58. Земля без води – <https://u.to/C4kzFw>

59. Земля через 250 мільйонів років – <https://goo.gl/yogpZZ>
60. Зіставлення розмірів на карті – <http://www.slapitonamap.com/>
61. Зміни землі за 750 млн років – <http://dinosaurpictures.org/ancient-earth#750>
62. Зміни клімату – <https://crt-climate-explorer.nemac.org/>
63. Зміни клімату 2020–2060 – <https://cutt.ly/QjcCbko>
64. Зміни розміру міст – <http://www.atlasofurbanexpansion.org/>
65. Зсув магнітного полюса Землі – <https://u.to/swovFw>
66. Інтерактивна карта геології – <https://cutt.ly/hjcsGnB>
67. Інтерактивна карта підводних кабелів – <https://www.submarinecablemap.com/>
68. Історія Європи за 2400 років – <https://bit.ly/2xEcvYX>
69. Історія людства – <https://bit.ly/2Np64yQ> і <https://bit.ly/1YaZIEJ>
70. Історія світу в динаміці – <https://bit.do/foyj>
71. Історія створення глобуса – <https://u.to/2dTafQ>
72. Каньйони Антарктиди – <https://youtu.be/mMcMrjPTLkA>
73. Карта “Якщо арктичні льоди розтануть” – <https://read.bi/2PYpFYi>
74. Карта Антарктиди – <https://bit.ly/2NXUs6R>
75. Карта Антарктиди – <https://u.to/pOoSFQ>
76. Карта джерел викидів CO₂ – <https://goo.gl/Ufkjyq>
77. Карта електричних мереж – <https://www.entsoe.eu/data/map/>
78. Карта Європи 1444 р. – <https://u.to/ow4kFw>
79. Карта Європи в разі підвищення рівня світового океану – <https://goo.gl/kQoMje>
80. Карта забруднення повітря – <https://air.plumelabs.com/>
81. Карта і 3D-моделі вулканів – <https://goo.gl/sAA8y2>
82. Карта історичних місць – <https://goo.gl/UXugtB>
83. Карта міграції птахів – <http://birdmap.5dvision.ee/EN/>
84. Карта Пангеї з сучасними країнами – <https://goo.gl/KhL2tE>
85. Карта повітряних рейсів – <https://flightstorome.moovellab.com/map/>
86. Карта природного зонування Землі – <http://ecoregions2017.appspot.com/>
87. Карта поширення релігій – <https://read.bi/2NAfVqz>
88. Карта середньовічних маршрутів – <https://bit.ly/2Jexo4P>
89. Карти Greenpeace – <https://maps.greenpeace.org/>
90. Карти міст з 1572 по 1617 pp. – <https://goo.gl/T6QhMn>

91. Карти океанічного сміття – <https://u.to/TY8zFw>
92. Карти щільності населення – <https://goo.gl/95FU9>
93. Картографування дна океану – <https://seabed2030.gebco.net/>
94. Кількість населення і тривалість життя – <https://goo.gl/qAQrHd>
95. Кліматичні зони США – <http://surl.li/eotf>
96. Користувачі Інтернету 1990–2019 pp. – <http://surl.li/eouy>
97. Ліси Європи – <https://eu-forest.mapsviz.com/>
98. Літологічний глобус – <https://u.to/QrwkFw>
99. Майбутній клімат міст – <http://surl.li/eoxu>, <http://surl.li/eoxv>
100. Межі Арктики – <https://bit.do/fnSRK>
101. Межі країн за 1 тис. років – <https://u.to/ZA8kFw>
102. Межі між океанами і морями – <https://u.to/EukSFQ>
103. Мережа захисту навколишнього середовища – <https://www.globalsafetynet.app/viewer/>
104. Міграція населення світу за 125 тис. років – <https://goo.gl/xqNbtS>
105. Міграція тварин в Північній і Південній Америці – <https://goo.gl/jdPLUF>
106. Мінімальні та максимальні висоти – <https://cutt.ly/5jxhICs>
107. Міста, схильні до деградації – <http://fragilecities.igarape.org.br/>
108. Місця падіння метеоритів – <https://u.to/aUUZFw>
109. Мови країн Європи – <https://bit.ly/2O5Z924>
110. Мовна карта – <https://bit.ly/2T8B9d8>
111. Музична карта світу – <https://goo.gl/EbkRgD>
112. Назви в різних країнах – <https://mapologies.wordpress.com/>
113. Найбільш забруднені міста – <https://u.to/8eoSFQ>
114. Найбільш населені міста з 1500 р. – <https://u.to/BygvFw>
115. Найбільш підходящі для проживання території – <https://bit.ly/2IaF0Hy>
116. Найбільші забруднювачі повітря – <https://cutt.ly/VjvFAPC>
117. Найбрудніші річки – <https://u.to/c60kFw>
118. Найвищі гори (показники висоти) – <https://goo.gl/AB1VqL>
119. Населення світу в 3D – https://pudding.cool/2018/10/city_3d/
120. Оцінка забруднення пластиком – <http://surl.li/eowj>
121. Перегляд рельєфу – <http://barankahyaoglu.com/map/>
122. Підвищення температури води – <http://surl.li/eoxy>, <http://surl.li/eoxz>, <https://cutt.ly/YdNcuSO>
123. Планшети 1 : 100 000. на всю Євразію – <https://cutt.ly/ajcDcG9>

124. Плити літосфери – <https://cutt.ly/OdNcoaD>
125. Пожежі амазонських лісів – <https://u.to/nm01Fw>
126. Пожежі в Австралії – <https://u.to/3koqFw>
127. Порівняння картографічних проєкцій – <http://surl.li/eovz>
128. Порівняння картографічних проєкцій – <https://cutt.ly/cjcLHVD>
129. Потепління океану – <https://reut.rs/2CZr6T6>
130. Поширення релігій – <https://u.to/HnIkFw>
131. Природні ресурси Канади – <https://u.to/bevZfQ>
132. Продуктивність країн – <https://u.to/ItDaFQ>
133. Пункти геодезичної мережі Струве – <https://bit.ly/2zZNF1F>
134. Реконструкція Сахари – <https://u.to/xubaFQ>
135. Ресурси світового океану – <https://goo.gl/Qv88FM>
136. Рівень ризику країн для туризму – <https://goo.gl/ZFU9nX>
137. Рівень світового океану – <https://goo.gl/ooJcVG> і <https://goo.gl/y2nZ4S>
138. Річкові басейни – <https://goo.gl/ktiap8>
139. Родовища нафти – <https://u.to/CxQvFw>
140. Рух тектонічних плит – <https://cutt.ly/djvO4jk>
141. Світлове забруднення – https://u.to/S_oSFQ
142. Світлове забруднення – <https://u.to/khUkFw>
143. Світлове забруднення 3D – <https://u.to/cOoSFQ>
144. Світовий атлас – <https://www.worldatlas.com/>
145. Світовий водний атлас – <http://www.worldwateratlas.org/>
146. Сервіс для порівняння реального розміру країн – <https://thetruesize.com/>
147. Справжній розмір країн – <https://bit.ly/2QLGevv>
148. Стили карт – <https://aspectum.com/map-gallery/>
149. Супутникові знімки в реальному часі – rammb-slider.cira.colostate.edu
150. Танення антарктичного льоду – <https://u.to/WkQqFw>
151. Танення арктичного льоду 1984–2019 pp. – <https://u.to/GawZFw>
152. Танення гренландського льоду 1995–2015 pp. – <https://u.to/F60ZFw>
153. Температура океану – <https://u.to/6YYzFw>
154. Температурні аномалії 1880–2018 pp. – <https://u.to/JIQqFw>
155. Температурні аномалії 1910–2010 pp. – <https://u.to/PrEkFw>
156. Транспортна і енергетична інфраструктура – <https://goo.gl/J4ytTB>

157. Тривалість життя з 1543 по 2019 pp. – <https://u.to/b6AkFw>
158. Урбанізація – <https://cutt.ly/AdNkoGk>
159. Шумова карта Брюсселя (Бельгія) – <https://noisy-city.jetpack.ai/>
160. Щільність і зростання населення – <http://luminocity3d.org/>
161. Щільність населення – <https://cutt.ly/kdNmcDu>
162. Щільність населення – <https://u.to/FNPaFQ> і <https://u.to/WdPaFQ>
163. Якість водопровідної води –
<https://www.iswatersafetodrink.in/map>

Космос

1. 30 років відкриттів телескопу Хаббла – <https://cutt.ly/xdNx0Tm>
2. 3D карта Марса – <https://u.to/1tHaFQ>
3. Астероїди – <http://www.asterank.com/3d/>
4. Видимий Всесвіт – <https://www.google.com/sky/>
5. Геологія Місяця – <https://cutt.ly/xdNxLiM>
6. Геологія Марса – https://u.to/G_baFQ
7. Геологія Марса від марсоходу Perseverance –
<https://cutt.ly/6jch6Rs>
8. Глобуси 20 планет і супутників Сонячної системи –
<https://goo.gl/nj3Xjw>
9. Дані про нашу галактику від супутника Gaia –
<https://cutt.ly/VjvTauх> і візуалізація цих даних –
<https://cutt.ly/mjvTlsh>
10. Земля обертається навколо Сонця – <https://cutt.ly/QjcjDFj>
11. Зоряний атлас – <https://staratlas.com/>
12. Карта зоряного неба – <https://goo.gl/CsCZoY>
13. Карта Марса від Google – <https://www.google.com/mars/>
14. Карти Марса від Esri – <https://bit.ly/2aGVRxv> і
<https://bit.ly/2RbRX5W>
15. Кількість супутників Землі – <https://www.rigb.org/docs/debris/>
16. Космічне сміття – <http://stuffin.space/>
17. Космічне сміття від ESRI – <https://cutt.ly/QdNI2nN>
18. Метеоритні потоки – <https://goo.gl/DfYCny>
19. Нічне небо – <https://goo.gl/SRP2qo>
20. Політ Вояджер-1 – <https://cutt.ly/FjcXkka>
21. Сонячна активність 2011–2019 pp. – <http://surl.li/eows>
22. Сонячна система в масштабі 1 pel на 647 km –
<http://omgspace.net/>
23. Схема Сонячної системи – <https://u.to/nuwSFQ>

ДЛЯ ПОДАТК

Навчальне видання

Іван Книш, Надія Кремінь

**НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ ПОСІБНИК
“ОСНОВИ КАРТОГРАФІЇ”
для студентів спеціальності 101 – “Екологія”
та інших природничих спеціальностей**

Відповідальний за випуск Петро Волошин

Відповідальний редактор Євгенія Сливко

Львівський національний університет імені Івана Франка
79005, вул. Грушевського, 4

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до
Державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів
видавничої продукції.

Серія ДК №3059 від 13.12.2007

Формат 60×84/16 Папір офсетний.
Друк цифровий. Умовн. друк. арк. 13,71.
Тираж 100 прим. Зам № 06/31.

Друк ТзОВ «Простір–М»
Свідоцтво ДК № 5068 від 22.03.2016 р.
79000, м. Львів, вул. Чайковського, 8
Тел.: (032) 261-09-05, e-mail: prostir.druk@gmail.com