

86.12.73
Д86

Вища освіта в Україні

Артамонов Б.Б., Штангрет В.П.

ТОПОГРАФІЯ

З ОСНОВАМИ

КАРТОГРАФІЇ

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

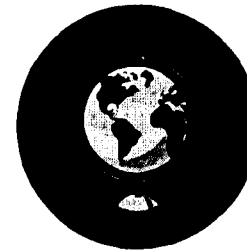


Серія “Вища освіта в Україні”. Заснована 1999 р.

Артамонов Б.Б., Штангрет В.П.

ТОПОГРАФІЯ З ОСНОВАМИ КАРТОГРАФІЇ

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК



НБ ПНУС



788432

Львів
“Новий Світ - 2000”
2013

УДК 528.93(075.8)
ББК 26.12:26.17я73
А 86

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
як навчальний посібник для студентів
(лист №14/18.2-124 від 23.01.06)*

Рецензенти:

Кучерявий В.П., доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувачий кафедрою ландшафтної архітектури, садово-паркового господарства та урбоекології (Український державний лісотехнічний університет);

Крайнов І.П., доктор технічних наук, професор (Міжвідомчий екологічний центр Національної академії наук);

Новіков Ю.Б., кандидат технічних наук, доцент, проректор з наукової роботи (Хмельницький економічний університет);

Журба І.Є., кандидат географічних наук, доцент кафедри міжнародних економічних відносин (Хмельницький національний університет).

Артамонов Б.Б., Штангрет В.П.

А 86 Топографія з основами картографії: [навчальний посібник] – Львів : «Новий Світ-2000», 2013. – 248 с.

ISBN 966-418-001-7 “Новий Світ-2000”

У посібнику розглядаються наукові і практичні задачі, які розв’язуються топографією та картографією.

Особливістю посібника є те, що багато питань викладено з урахуванням програми та специфіки підготовки інженера – еколога.

Може бути корисним для студентів екологічних та інших інженерних спеціальностей при вивченні дисципліни «Топографія з основами картографії».

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА
78 84 32

ISBN 966-418-001-7 “Новий Світ-2000”

© Артамонов Б.Б.,
Штангрет В.П., 2013
© “Новий Світ-2000”, 2013

ЗМІСТ

Передмова	6
Розділ 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ	7
1.1. Предмет топографії та картографії, їх зв’язок з іншими науками ..	7
1.2. Історія виникнення і розвитку топографії і картографії	9
1.3. Роль та місце топографії і картографії в сучасній екології	10
Розділ 2. ФОРМА І РОЗМІРИ ЗЕМЛІ. ЗОБРАЖЕННЯ ЗЕМНОЇ ПОВЕРХНІ	11
2.1. Форма і розміри Землі. Кривизна рівневої поверхні	11
2.2. Нормальна сила тяжіння та поняття геоїда і еліпсоїда Красовського	13
2.3. Зображення земної поверхні на планах і картах. Перехід від фізичної поверхні Землі до її зображення на площині (плані чи карті)	18
2.4. Географічний глобус	22
Розділ 3. ПОНЯТТЯ «МІСЦЕВІСТЬ» ТА СПОСОБИ ЇЇ ВИВЧЕННЯ	24
3.1. Місцевість та її елементи. Основні види місцевості	24
3.2. Основні способи вивчення місцевості	33
Розділ 4. ОРІЄНТУВАННЯ НА МІСЦЕВОСТІ БЕЗ КАРТИ	35
4.1. Сутність та способи орієнтування на місцевості	35
4.2. Способи визначення напрямів за сторонами горизонту	36
4.3. Орієнтування за зірками	43
4.4. Способи визначення відстаней на місцевості	45
Розділ 5. ТОПОГРАФІЧНІ КАРТИ І ПЛАНИ	51
5.1. Основні властивості картографічного зображення земної поверхні. Вимоги до нього	52
5.2. Математична основа карт	53
5.3. Розграфлення і номенклатура топографічних карт	62
5.4. Картографічні умовні знаки	69
5.5. Поняття про картографічну генералізацію	71

5.6. Зміст топографічної карти	72
5.6.1. Фізико-географічні елементи	72
5.6.2. Населенні пункти	76
5.6.3. Промислові, сільськогосподарські та соціально-культурні об'єкти	77
5.6.4. Кордони та межі	79
5.6.5. Геодезичні пункти	79
5.7. Повнота, вірогідність і точність топографічних карт. Точність вимірів по картах	80
5.8. Спеціальні карти та плани міст	82
5.9. Топографічні карти шельфу	86
5.10. Підготовка карти до роботи	87

Розділ 6. ДЕРЖАВНА ГЕОДЕЗИЧНА І НІВЕЛІРНА МЕРЕЖІ	90
6.1. Поняття про геодезичні мережі	90
6.2. Державна геодезична мережа України	91
6.3. Державна нівелірна мережа України	96

Розділ 7. РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ПО ТОПОГРАФІЧНИМ КАРТАМ	99
7.1. Аналіз топографічних карт	99
7.1.1. Аналіз і оцінка топографічної карти	99
7.1.2. Читання карти та інші види її використання	102
7.2. Визначення географічних та прямокутних координат	109
7.2.1. Визначення прямокутних координат за топографічною картою та нанесення об'єктів на карту за координатами	109
7.2.2. Географічні координати та їх визначення за топографічною картою. Нанесення об'єктів на карту за відомими географічними координатами	121
7.3. Вимір відстаней	124
7.4. Визначення площ	129
7.5. Визначення азимутів та дирекційних кутів	135
7.6. Визначення кількісних характеристик рельєфу	144
7.6.1. Побудова профілю місцевості за картою	144
7.6.2. Визначення форми схилів за топографічною картою	145
7.7. Рух на місцевості за топографічною картою	146

Розділ 8. ЗНІМАННЯ МІСЦЕВОСТІ	152
8.1. Види робіт зі створення топографічних карт	152
8.2. Класифікація зйомок. Поняття про відновлення карт	154
8.3. Методи і види знімання місцевості	155
8.4. Створення робочої основи знімання	158
8.5. Основні способи знімання ситуації	163
8.6. Тахеометрична зйомка	169
8.7. Сутність мензульної зйомки	173
8.8. Географічний опис місцевості	176

Розділ 9. ОСНОВИ КАРТОГРАФУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ ТА СИТУАЦІЙ	178
9.1. Екологічні карти, їх класифікація і зміст	178
9.2. Способи зображення екологічних процесів та об'єктів	180
9.3. Технологія створення екологічних карт	186
9.4. Особливості використання екологічних карт	192
9.5. Методика аналізу екологічних процесів і явищ за допомогою карт	195

Розділ 10. ЗАСТОСУВАННЯ ДИСТАНЦІЙНИХ ЗАСОБІВ ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ В ТОПОГРАФІІ ТА КАРТОГРАФІІ ..	198
10.1. Історія виникнення та розвитку дистанційного зондування	198
10.2. Аерофотознімки і прийоми роботи з ними	201
10.2.1. Підготовка аерознімки до роботи та його використання для вирішення практичних задач	204
10.2.2. Дешифрування аерофотознімків	209
10.3. Роль дистанційного зондування Землі в географічних дослідженнях	212
10.4. Перспективи розвитку ДЗЗ	223
10.5. Системи супутникової навігації	225

Стислий термінологічний словник з топографії та картографії	228
Література	236
Додатки	237

ПЕРЕДМОВА

Вирішення сучасних екологічних проблем, проведення якісного аналізу та прогнозування розвитку тих або інших природних явищ, наслідків техногенних аварій та катастроф не можливо без знань топографії та картографії.

Екологія займається питаннями захисту навколишнього середовища, а воно (середовище) – це і є поверхня Землі. Тому, вивчення поверхні Землі, урахування процесів, що на ній відбуваються – необхідна умова розвитку екології, як науки.

Навчальний посібник «Топографія з основами картографії» підготовлений у відповідності до програми курсу «Топографія з основами картографії» для студентів екологічних спеціальностей вищих навчальних закладів.

Викладений матеріал дозволяє оволодіти методами роботи на карті і місцевості, з урахуванням специфіки діяльності фахівця – еколога.

Розділ 1

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

□ *План (логіка) викладу і засвоєння матеріалу:*

1.1. Предмет топографії та картографії, їх зв'язок з іншими науками.

1.2. Історія виникнення і розвитку топографії і картографії.

1.3. Роль та місце топографії і картографії в сучасній екології.

1.1. Предмет топографії та картографії, їх зв'язок з іншими науками

«**Топографія** – наука, що вивчає земну поверхню (тобто елементи її фізичної поверхні і розташовані на ній об'єкти діяльності людини) у геометричному відношенні. Метою цього вивчення є створення топографічних карт.

До числа основних наукових і практичних задач, які розв'язуються топографією, варто віднести розробку й удосконалювання методів створення топографічних карт, способів зображення на них земної поверхні, способів і правил використання карт у рішенні наукових і практичних задач.

Топографія тісно пов'язана з картографією і геодезією.

«**Картографія** – наука про географічні карти, методи їх створення та використання. Вона відображає і досліджує просторове розміщення, поєднання та взаємозв'язки явищ природи і суспільства.

«**Геодезією** називається наука, що вивчає форму (фігури) і розміри Землі, розробляє методи створення координатних систем для детального вивчення земної поверхні та проведення на ній різних вимірів (лінійних, кутових та ін.).

Питання, пов'язані з читанням карт і планів, а також їхнім складанням відносяться до області картографії і топографії.

Топографія і картографія має широке застосування у всіх галузях господарства.

При дослідженні місцевості та проектуванні залізничних і шосейних доріг, каналів, тунелів, трубопроводів необхідно проводити зйомку ділянок місцевості, по якій вони будуть прокладатися.

При будівництві і реконструкції населених пунктів, шахт, заводів і фабрик попередньо складають плани, на які наносять проєктовані споруди, і тільки після цього приступають до здійснення проєкту.

Гірська справа вимагає наявності точних топографічних планів поверхні Землі, тому що тільки за їх допомогою можна правильно вести підземні роботи, будувати наземні споруди та враховувати взаємовплив підземних робіт у сусідніх шахтах.

Відповідні топографічні відомості на сьогодні потрібні і фахівцям-екологам при вирішенні задач щодо визначення і позначення на місцевості санітарно-захисних зон (СЗЗ), врахування та прогнозування наслідків техногенних аварій і катастроф, розміщення об'єктів ландшафтно-паркового мистецтва та проведення інших природоохоронних заходів.

Основний метод вивчення земної поверхні в топографії – топографічна зйомка. Вона що включає комплекс вимірювальних, обчислювальних і графічних робіт.

Координатні системи, які використовуються для показу взаємного розташування елементів (точок) земної поверхні, дозволяють визначити їх планове (тобто місцезнаходження на якій-небудь поверхні) і висотне (тобто розташування над вихідною поверхнею) положення.

Тісні зв'язки топографії, картографії і геодезії з географією, геологією, ґрунтознавством і іншими галузями науки, сприяють більш глибокому розумінню властивостей фізичної поверхні Землі, правильному зображенню їх на картах і планах.

Широке використання фотознімків визначило зв'язок топографії з фотограмметрією, що вирішує задачі виміру об'єктів земної поверхні і визначення їхніх координат по фотозображеннях.

З розробкою методів одержання інформації про земну поверхню за допомогою дистанційних засобів зондування (ДЗЗ) штучних супутників Землі, стала розвиватися космічна топографія і геодезія.

Методи рішення наукових і практичних задач геодезії і топографії ґрунтуються на законах математики і фізики.

Досягнення кібернетики і сучасної обчислювальної техніки є базою для автоматизації робіт зі створення топографічних карт.

Значення топографії і картографії для науки в цілому є дуже важливе.

Топографічні карти дозволяють вивчати поверхню Землі з погляду умов для життєдіяльності людини, ступеня освоєння окремих територій і можливостей подальшого розвитку цього процесу.

Топографічні карти є основою для відображення результатів наукових досліджень і практичної діяльності в географії, геології, екології й інших науках про Землю. Вони потрібні при розвідці й експлуатації природних багатств, плануванні і розміщенні продуктивних сил країни, проєктуванні інженерних споруд, при розробці і здійсненні економічних, екологічних, політичних та багатьох інших задач.

1.2. Історія виникнення і розвитку топографії і картографії

Слово «топографія» грецького походження (*топо* – місце, місцевість і *графо* – пишу). Топографічними та картографічними дослідженнями почали займатися за кілька тисячоріч до нашої ери в Китаї, Єгипті, Асиро-Вавілонії й інших країнах. Прийоми виміру Землі були відомі й у стародавній Греції, де вони одержали теоретичне обґрунтування і поклали початок геометрії (у перекладі з грецького – землевимір).

У XVI ст. був опублікований перший російський посібник з виконання геодезичних робіт і складена карта всієї Московської держави – «Велике креслення». У 1600-1601 рр. з'явилася карта, складена Федором Годуновим по «Великому кресленню», з нанесеними на ній меридіанами і паралелями і з планом Москви.

Перші топографічні зйомки в Росії відносяться до кінця XVII століття.

За вказівкою Петра I у 1701 р. була відкрита математична навігаційна школа. Одним з перших її випускників був С.І. Челюскін.

Велике значення для розвитку науки мав створений у 1739 р. Географічний департамент. З 1757 по 1765 рр. керівником Географічного департаменту був геніальний російський вчений М.В. Ломоносов.

У 1797 р. у Росії створюється Депо карт, яке у 1812 р. було перетворене у Військово-топографічне депо, а в 1822 р. – у Корпус військових топографів. З організацією Корпуса військових топографів обсяг зйомок територій різко зріс.

У 1945 р. у СРСР були закінчені роботи зі створення Державної топографічної карти масштабу 1:1 000 000. До середини 50-х років 20 ст. була здійснена топографічна зйомка в масштабі 1:100 000 на усій території країни і знищені «білі плями» на карті СРСР.

У 60-х – 70-х роках минулого століття у великих обсягах, обчислювальних багатьма сотнями тисяч квадратних кілометрів, проводилися топографічні зйомки масштабу 1:25 000 і 1:10 000. Цього вдалося досягнути завдяки широкому застосуванню методів аерофотогеодезії, які використовуються і по сьогоднішній день.

У даний час ведуться науково-дослідні роботи з підвищення рівня автоматизації топографо-картографічних робіт.

Велике значення для топографічних і картографічних робіт, вивчення фігури і розмірів Землі мають запуски штучних супутників Землі і космічних кораблів у чому Україна теж бере певну участь.

1.3. Роль та місце топографії і картографії в сучасній екології

Топографія і картографія для сучасної екології має велике значення. Безпосередньо практично вони застосовуються для:

- *аналізу екологічних умов певних територій навколишнього середовища;*
- *визначення екологічного стану ґрунту, води, атмосфери;*
- *наукових досліджень міграції мікроелементів (у тому числі радіоактивних) у природному середовищі;*
- *прогнозування поширення сильнотоксичних отруйних речовин і радіоактивних елементів на місцевості в умовах аварії (руйнування) потенційно небезпечного об'єкту;*
- *розробки проектів будівництва (реконструкції) очисних споруд і підприємств з урахуванням екологічного стану визначених районів місцевості;*
- *вивчення демографічної ситуації в країні (регіоні);*
- *створення прогнозів щодо розвитку природних аномальних явищ, що приводять до хвороби і загибелі людей;*
- *контролю змін форм рельєфу під впливом природних і антропогенних процесів;*
- *інформаційного забезпечення при проведенні екологічного моніторингу і екологічної експертизи.*

Розділ 2

ФОРМА І РОЗМІРИ ЗЕМЛІ. ЗОБРАЖЕННЯ ЗЕМНОЇ ПОВЕРХНІ

□ *План (логіка) викладу і засвоєння матеріалу:*

- 2.1. *Форма і розміри Землі. Кривизна рівневої поверхні.*
- 2.2. *Нормальна сила тяжіння та поняття геоїда і еліпсоїда Красовського.*
- 2.3. *Зображення земної поверхні на планах і картах. Перехід від фізичної поверхні Землі до її зображення на площині (плані чи карті).*
- 2.4. *Географічний глобус.*

2.1. Форма і розміри Землі. Кривизна рівневої поверхні

Поверхня Землі, яку прийнято називати фізичною або топографічною поверхнею, являє собою сполучення океанів і материків зі складними геометричними формами. Океани займають майже 3/4 площі планети, а нерівності суші незначні в порівнянні з її площею, тому фігура Землі визначається поверхнею Світового океану. Це підтверджується і знімками, що отримані з космічних літальних апаратів.

Географічне положення певних точок земної поверхні визначається, як відомо, їхніми координатами. Тому математична задача побудови картографічного зображення полягає в проектуванні на площину (карту) кулястої поверхні Землі при суворому дотриманні однозначної відповідності між координатами точок на земній поверхні і координатами їхнього зображення на карті.

Таке проектування вимагає знання форми і розмірів Землі.

Говорячи про форму (фігуру) Землі, мають на увазі не фізичну її поверхню, що являє собою складне сполучення височин і низин, гір і долин, а деяку уявлювану (умовну) поверхню середнього рівня Світового океану в спокійному стані, що як би покриває всю нашу планету і перпендикулярна в будь-якій її точці до напрямку стрімкої лінії (напрямку сили тяжіння). Така поверхня називається рівневою поверхнею.

Рівнева поверхні, безпосередньо пов'язана з силою тяжіння.

Кривизна рівневої поверхні

Практично, розв'язуючи задачі, які пов'язані з вимірюваннями на фізичній поверхні Землі та картах, форму Землі вважають кулею, радіус якої 6371,1 км. У цьому випадку довжина великого кола (екватора) і кожного з меридіанів становитиме (приблизно)

$$6371 \text{ км} \cdot 6,28 = 40010 \text{ км}, \quad (L=2\pi r).$$

Довжина 1° дуги центрального кута на рівневій поверхні Землі становить:

$$40010 \text{ км} / 360 = 111,14 \text{ км}.$$

Відповідно довжина $1'$ дуги дорівнює

$$111,14 \text{ км} / 60 = 1,852 \text{ км, або } 1852 \text{ м},$$

$$\text{а довжина } 1'' - 1852 \text{ м} / 60 = 30,86 \text{ м}.$$

Рівнева поверхня, з віддаленням від точки стояння, буде знижуватися відносно площини горизонту цієї точки. Величина пониження показана в таблиці 2.1 і визначається за формулою

$$\Delta H = D^2 / 2R, \quad (2.1)$$

де D – дальність горизонту, км;

R – радіус Землі (6371,1 км).

Таблиця 2.1

Залежність величини пониження рівневої поверхні від дальності

Дальність D , км	Пониження ΔH , м	Дальність D , км	Пониження ΔH , м
0,1	0,0008	50	196
0,5	0,02	100	800
1	0,08	200	3140
5	2,0	500	19600
10	7,8	1000	78200
20	31,0		

2.2. Нормальна сила тяжіння та поняття геоїда і еліпсоїда Красовського

Маси, з яких складається тіло Землі, різні за густиною, мають властивість притягатися й утворюють силове поле, або поле тяжіння Землі.

У будь-якій точці на поверхні Землі діє сила тяжіння F і відцентрова сила f , викликана обертанням Землі навколо своєї осі (рис. 2.1)

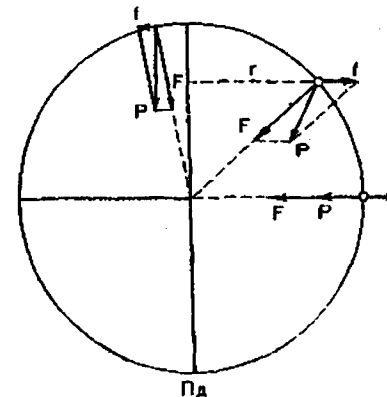


Рис. 2.1. Дія сили тяжіння F і відцентрової сили f , що викликані обертанням Землі навколо своєї осі.

Рівнодійна цих двох сил називається силою тяжіння P .

Вплив відцентрової сили невеликий: на полюсах Землі вона дорівнює нулю, на екваторі досягає максимальної величини, становлячи лише $1/288$ частину всієї сили тяжіння, і за напрямом їй протилежна.

Величина сили тяжіння на земній поверхні, в основному, залежить від складу і густини мас, що притягаються, та відстані від поверхні до центра Землі (чи від висоти точки відносно рівня моря).

На поверхні Землі сили тяжіння зменшуються (в межах $0,5\%$) від полюсів до екватора і з висотою. Цим пояснюється те явище, що вага тіла на екваторі менша за вагу того ж самого тіла на полюсі приблизно на $0,5\%$.

Необхідно частково повернутися до розуміння питання про форму поверхні Землі.

Розглянемо кілька варіантів.

Припустимо, що поверхня Землі – куля радіусом 6371,1 км, маси тіла якої однорідні і відповідно мають однакову притягальну силу. На такий умовний поверхні земної кулі всі точки будуть віддалені від центра Землі на однакову відстань, тобто розташовуватимуться на одному рівні чи на одній висоті відносно одна одної.

Величина сили тяжіння буде в усіх точках однакова і стала. Її взято за початкову, яка збігається з величиною сили тяжіння на рівні поверхні світового океану в спокійному (не збудженому) стані на широті 45° . Називається ця величина нормальною силою тяжіння.

Можна уявити, що нормальна сила тяжіння утворює в кожній конкретній точці на поверхні кулі маленьку плоску поверхню, перпендикулярну до напрямку сили тяжіння. Така плоска поверхня і називається рівневою, тому що її віддаленість від центра Землі відповідає суворо встановленому рівню сили тяжіння, взятою за вихідну і названу нормальною.

Вся множина маленьких плоских рівневих поверхонь ніби утворює загальну теоретично рівневу поверхню земної кулі (на рис. 2.2 – пунктирна лінія).

Фігура Землі, утворена рівневою поверхнею, що збігається з поверхнею світового океану в стані повного спокою і рівноваги і продовженої під материками й островами, називається геоїдом.

Цю назву запропонував у 1873 р. німецький математик, фізик і астроном Йоганн Бенедикт Лістінг (1808-1882 рр.) для зображення фігури Землі.

Фігура геоїда зв'язана з напрямком сили тяжіння і, отже, істотно залежить від нерівномірного розподілу мас у земній корі. Тому поверхня геоїда має неправильну, у геометричному відношенні дуже складну фігуру з нерівномірною кривизною, яка змінюється.

Проте можна виділити певні, цілком визначені, фізичні властивості геоїда:

➤ *поверхня геоїда у кожній окремій точці перпендикулярна до напрямку нормальної сили тяжіння;*

➤ *форма уявної поверхні геоїда залежить, від розподілу на поверхні Землі сили тяжіння, що залежить від розміщення важких і легких мас у тілі Землі;*

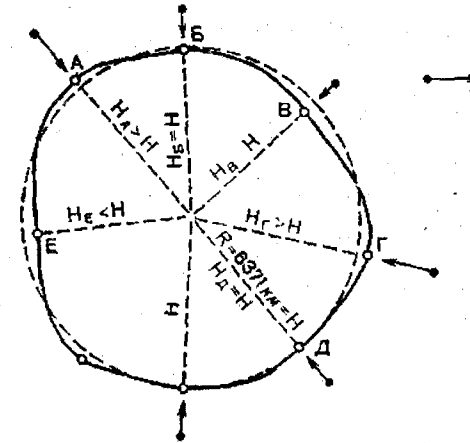


Рис. 2.2. Теоретично рівнева поверхня земної кулі:

A, Г – сила тяжіння більша від нормальної;

Б, Д – сила тяжіння нормальна;

В, Е – сила тяжіння менша від нормальної;

Н – висота рівневої поверхні, що відповідає нормальній силі тяжіння (від центра Землі 6371 км.)

H_A – висота рівневої поверхні точки А;

H_B – висота рівневої поверхні точки В;

— – рівнева поверхня геоїда, утворена силою тяжіння Землі, що проходить через точки А, Б, В, Г, Д, Е;

--- – теоретична рівнева поверхня.

➤ *сила тяжіння на рівневій поверхні геоїда постійна (нормальна), тобто її потенціал скрізь однаковий.*

Вимірюючи на поверхні Землі величину і напрям сили тяжіння, можна визначити вигляд рівневої поверхні, отже і точну фігуру Землі.

Незбурена поверхня світового океану, тобто поверхня всіх океанів та морів у спокійному стані, складається з рухомих частинок (молекул) води, які під дією сили тяжіння намагаються зайняти положення, найближче до центра Землі. У результаті цього у кожній точці поверхні світового океану утворюються маленькі плоскі поверхні (перпендикулярні до напрямку сили тяжіння), розташовані відносно одна одної на різних висотах. Разом вони утворюють загальну поверхню світового океану, геометрично неправильну і складну за формою.

Не раз виникало запитання – що вважати поверхнею Землі: сушу чи воду? Відомо, що суша становить лише 29% поверхні Землі, а вода – 71%. Максимальна висота суші над рівнем води – 1/1200 частина радіуса Землі.

Поверхня світового океану практично (з деяким припущенням) збігається з уявною поверхнею геоїда, і тому цілком допустимо за поверхню Землі прийняти поверхню світового океану в спокійному стані, ніби продовжену під материки і обмежуючу собою тіло Землі. Така поверхня світового океану називається рівневою поверхнею. Від неї ведуть обчислення висот і глибин.

В Україні за початок відліку абсолютної (дійсної) висоти взято середній рівень Балтійського моря, позначений нульовим штрихом футштока (від англійського *foot* – *фут* і німецького *stock* – *палиця, стержень*) у Кронштадті (Росія). Тому в нашій країні, коли кажуть, що висота гори 1872,6 м над рівнем моря, мають на увазі рівень саме Балтійського моря. У ряді країн за початок відліку висоти взято середні рівні інших морів. Наприклад, у Франції – Середземного моря в Марселі, що знаходиться нижче від нуля Кронштадтського футштока на 0,4 м.

Дані сучасної геофізики й геології свідчать про те, що розподіл у тілі Землі не стабільний. Швидкість обертання Землі та положення її осі обертання також змінюється, спричиняючи постійні зміни форми Землі – геоїда. Тому його фігура геометрично не визначена, для неї не можна одержати прості геометричні співвідношення, неможливо переносити вимірювання, зроблені на фізичній поверхні Землі, а також складати за ними точні топографічні карти. Постало питання про заміну фігури геоїда такою геометричною фігурою, поверхня якої постійна і має кривизну, що плавно змінюється і обчислюється за математичними формулами.

Однак дослідженнями встановлено, що поверхня геоїда, в загальному, близька до поверхні еліпсоїда обертання з невеликим стиском по напрямку малої (полярної) осі (рис. 2.3).

Еліпсоїд обертання має математичну правильною поверхню, утворену обертанням еліпса навколо його малої осі. Відступ по висоті точок поверхні геоїда від поверхні найбільш близького, схожого на нього, за своїми розмірами еліпсоїда характеризується, в середньому, величиною порядку 50 м і не перевершують 150 м. У порівнянні з розмірами Землі такі розбіжності настільки незначні, що на практиці форму Землі приймають за еліпсоїд.

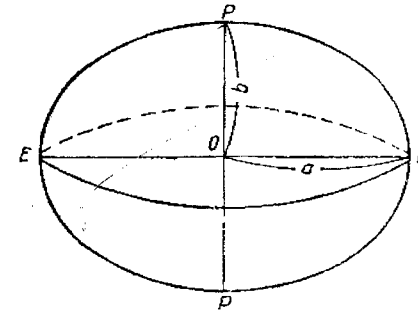


Рис. 2.3. Еліпсоїд і його елементи.

Розміри будь-якого еліпсоїда обертання характеризують велика a і мала b півосі. Відношення виду

$$(a - b) / a = \alpha \quad (2.2)$$

називається стиском еліпсоїда.

Еліпсоїд, що характеризує фігуру і розміри Землі, називають земним еліпсоїдом.

Встановлення розмірів земного еліпсоїда, що найбільше близько підходить за своєю формою і розмірам до фактичної фігури Землі, має велике науково-теоретичне і практичне значення. Це важливо для створення точних топографічних карт.

Якщо розміри земного еліпсоїда будуть встановлені невірно, то це приведе до невірних розрахунків при проектуванні на його поверхню (а отже, і при зображенні на картах) усіх довжин ліній і розмірів площ у порівнянні з їх дійсними розмірами на рівневій поверхні Землі.

Розміри земного еліпсоїда в різний час визначалися багатьма вченими за матеріалами градусних вимірів. Деякі з них приведені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2

Розміри земного еліпсоїда за розрахунками різних вчених

Автор визначення	Країна, де опубліковані визначення	Рік визначення	Велика піввісь, м	Стиск, α
Бессель	Німеччина	1841	6 377 397	1: 299,2
Кларк	Англія	1880	6 378 249	1: 293,5
Хейфорд	США	1910	6 378 388	1: 297,0
Красовський	СРСР	1946	6 378 245	1: 298,3

(мала піввісь – 6 356 863 м для еліпсоїда Красовського)

78 84 32

У США, Канаді, Мексиці, Франції при створенні карт користуються розмірами еліпсоїда Кларка, у Фінляндії і деяких інших країнах – розмірами еліпсоїда Хейфорда, в Австрії – розмірами еліпсоїда Бесселя, в Україні, а також ряді інших країн – розмірами еліпсоїда Красовського (з 1942 року розміри земного еліпсоїда, визначені Красовським Ф.М., затверджені у якості обов'язкових для проведення геодезичних робіт та виконання відповідних розрахунків).

При рішенні деяких практичних задач, коли не потрібна висока точність, фігуру Землі приймають за кулю (при цьому земний еліпсоїд називають сфероїдом), поверхня якого дорівнює поверхні еліпсоїда прийнятих розмірів (близько 510 млн. км²). Радіус такої кулі, обчислений за елементами еліпсоїда Красовського, дорівнює 6 371 116 м чи округлено 6 371 км.

2.3. Зображення земної поверхні на планах і картах. Перехід від фізичної поверхні Землі до її зображення на площині (плані чи карті)

Фізичну поверхню Землі можна розглядати як сукупність нескінченного числа точок. Тому її зображення зводиться до визначення положення характерних точок земної поверхні.

Елементи земної поверхні – пагорб, гора, западина й ін. – являють собою просторові форми. Щоб отримати топографічну карту, точки земної поверхні попередньо повинні бути перенесені на поверхню більш простішу, чим земля. Для цього у геодезії використовують метод проєкції, сутність якого полягає в наступному.

З точок A, B, C, D, E (рис. 2.4) земної поверхні опускають перпендикуляри, на довільно обрану площину P . У перетинанні перпендикулярів із площиною P одержують точки a, b, c, d, e – ортогональні (прямокутні) проєкції точок A, B, C, D, E на площині P .

З'єднавши точки a, b, c, d, e прямими лініями, одержують ортогональну проєкцію багатокутника $ABCDE$. Але горизонтальні проложення ab, bc, cd, de, ea відрізняються від їх довжин на місцевості. Цю різницю можна урахувати (визначити) за допомогою відомих тригонометричних формул.

Опустивши з точки A перпендикуляр на пряму Bv (AB_1), паралельну

лінії ab , одержимо прямокутний трикутник ABV_1 , у якому сторона

$$AB_1 = ab = AB \cdot \cos \delta \quad (2.3)$$

При проєкції невеличких ділянок земної поверхні, можливе використання площини. Проєкція точок земної поверхні великої довжини здійснюється на поверхню еліпсоїда. Положення проєкцій характерних точок на поверхні еліпсоїда і довжини проєктованих ліній визначають взаємне положення їх на земній поверхні.

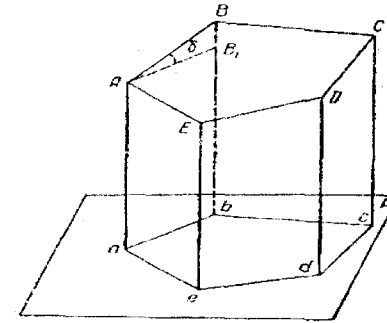


Рис. 2.4. Проєкції точок земної поверхні на горизонтальну площину.

Висоти точок називаються абсолютними, якщо вони спроектовані на поверхню геоїда, і відносними, якщо вони спроектовані на умовну рівневу поверхню. Невеликі ділянки земної поверхні безпосередньо проєктують на горизонтальну площину.

Перехід від фізичної поверхні Землі до її зображення на площині (плані чи карті) у великому масштабі

Для зображення на плані невеликої ділянки місцевості (фізичної поверхні) у великому масштабі (1:500...1:5 000), фізичну поверхню, з її складним рельєфом, у процесі топографічного знімання проєктують на площину без урахування кривизни рівневої поверхні.

Відобразимо схематично Земну кулю. На рис. 2.5 через точку A проведена пряма KB , дотична до рівневої поверхні Землі. З центра Землі (точка O) проведемо лінії OK, OA і OB . Лінії OE, OA і OC є радіусами Землі: $R = 6371,1$ км. Довжина прямої лінії AB більша за довжину дуги AC , на величину

$$\Delta D = D^3 / 3R^2 \text{ км},$$

де D – дальність (відстань), що дорівнює довжині дуги AC .

Якщо дальність D (довжина дуги AC) становить 10, 25, 50 і 100 км, то ΔD відповідно дорівнюватиме 0,082 м; 0,128 м, 1,03 м і 8,2 м. Як видно з чисел, до дальності 50 км пряма дотична лінія більша за дугу на 1 м і відносна помилка становитиме 1:50 000, що значно менше помилок, які допускають при зніманні. Тому в топографії плоскими вважають ділянки рівневої поверхні довжиною 50...60 км. Їх зображують на планах без урахування кривизни Землі.

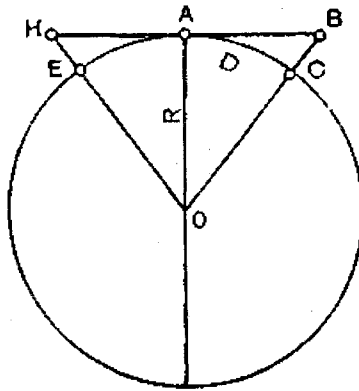


Рис. 2.5. Проектування невеликої ділянки місцевості на план, без урахування кривизни земної поверхні.

Під час знімання невеликої ділянки, наприклад екологічно забрудненої місцевості, довжини вимірювальних ліній (відстаней) найчастіше становлять 20...100 м і іноді перевищують 200...250 м. Тому при топографічному зніманні екологічно небезпечних об'єктів поправку на кривизну Землі можна не враховувати.

Усі точки і лінії фізичної поверхні Землі, які знімаються, проектуються на рівневу поверхню у напрямі дії сили тяжіння.

Нехай на фізичній поверхні Землі лежать точки A і B (рис. 2.6). Відстань між ними (тобто похила дальність) позначається буквою D . Якщо лінію $AB = D$ спроектувати на рівневу поверхню, взяту за площину, то отримаємо лінію ab , довжина якої менша за довжину похилої лінії AB .

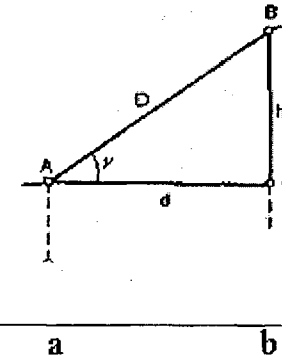


Рис. 2.6. Визначення довжини проекції лінії на рівневій поверхні.

А як визначити довжину проекції лінії AB на рівневій поверхні, тобто довжину лінії ab ? Для цього, в уяві, піднімаємо рівневу поверхню до рівня точки A (чи точки B), на якій встановлюємо топографічний (геодезичний) прилад для знімання. Тепер проекцію похилої лінії AB на рівневій поверхні (площині) буде лінія AC , яка називається горизонтальним прокладанням, і позначається d .

Знаючи кут нахилу місцевості v , який можна виміряти кутовимірвальним приладом, горизонтальне прокладання (проекцію) похилої лінії AB можна визначити за формулою

$$d = D \cdot \cos v, \quad (2.4)$$

де D – довжина лінії AB ;

$\cos v$ – косинус кута нахилу місцевості.

Щоб зобразити на плані довжину горизонтального прокладання лінії AB у заданому масштабі, треба знати напрям з точки A на точку B , тобто магнітний азимут цієї лінії. Його визначають за допомогою приладу з магнітною стрілкою, який встановлюють на точці A .

Коли кут нахилу місцевості становить 2° і менше, горизонтальне прокладання не визначають, тому що різниця між похилою дальністю і горизонтальним прокладанням настільки мала, що нею можна знехтувати.

2.4. Географічний глобус

Географічний глобус – це зменшене зображення поверхні Землі на кулі.

Земний еліпсоїд дуже мало відрізняється від кулі, і в дрібному масштабі, у якому будується глобус, ця відмінність практично не проявляється. Поверхня глобусів звичайно гладка, рельєф зображений на них так само умовно, як і на географічних картах.

До того ж, відхилення висот від рівня Світового океану, навіть для найбільших вершин і найглибших океанічних впадин, не перевищує 1/1200 частини діаметра Землі, і це відхилення в масштабі глобусів також практично не може бути вираженим.

Глобус – незамінне наочне приладдя, яке має наступні властивості:

- демонструє кулястість Землі;
- дає правильне уявлення про взаємне знаходження елементів земної кулі (земної осі, полюсів, екватора, паралелей, меридіанів, тропіків і полярних кіл), а також окремих частин земної поверхні (материків, океанів, островів, морів й інш.);
- має єдиний масштаб для всіх довжин (відстаней), незалежно від їхнього місця і напрямку, що є однією з найважливіших властивостей;
- дає правильне співвідношення площ різних частин земної поверхні (материків, морів і т.п.), а також трапецій, утворених меридіанами й паралелями при перетинанні;
- зберігає форми усіх фігур земної поверхні, тобто правильно передає обриси материків, океанів, островів, а також зберігає форми кривих ліній, розташованих на земній кулі (звичайно, для звивистих ліній у сильно узагальненому вигляді). У той час на картах криві лінії, як правило, змінюють свою форму;
- зберігає розміри будь-яких кутів.

Вимірювати відстань по глобусу можна за допомогою нитки, що не розтягується. Для цього у кінцеві точки вимірюваної лінії потрібно застромити дві голки, потім, натягнувши нитку по їх верхніх кінцях, опустити її так, щоб вона лягла на поверхню глобуса. Тоді нитка покаже найкоротшу відстань між двома точками. Довжина нитки, яка вимірюється міліметровою лінійкою, і буде відстанню між точками на глобусі. Знаючи масштаб останнього, неважко підрахувати відстань між потрібними точками на земній поверхні.

Враховуюче те, що глобуси будуються в дуже дрібному масштабі, точність визначення по них площ та відстаней невисока. Якщо, наприклад, по глобусу, що має масштаб 1:50 000 000, вимірювати відстань, навіть з точністю до 0,2 мм, то помилка вимірів буде складати 10 км.

Також не треба забувати, що технологія виготовлення глобусів вносить деякі перекручування в обриси і розташування географічних об'єктів.

Найкоротша лінія на поверхні земного еліпсоїда (чи кулі) називається *ортодромією*.

На земній кулі – це дуга великого радіуса. Якщо вибрати на глобусі дві точки, що лежать далеко одна від одної, які мають різну довготу, а потім натягнути між ними нитку зазначеним вище способом, то вона ляже по ортодромії. При цьому неважко помітити, що різні меридіани вона буде перетинати під різними кутами. Таким способом можна наочно установити, що азимути ортодромії в різних її точках різні.

Ортодромія являє собою дуже важливу лінію для морської і повітряної навігації, тому що рух по морю і у повітрі із одного пункту в інший відбувається, звичайно, за найкоротшим шляхом.

Але напрямок руху судна у відкритому морі, звичайно, визначається за компасом. На кожній ділянці свого шляху судно, за допомогою компаса, тримає постійний курс, тобто пливе, перетинаючи всі меридіани під тим самим кутом.

Лінія на поверхні земного еліпсоїда (кулі), що пересікає усі меридіани під тим самим кутом, називається *локсодромією*. Вона не є лінією найкоротшого шляху, як ортодромія (рис. 2.7).

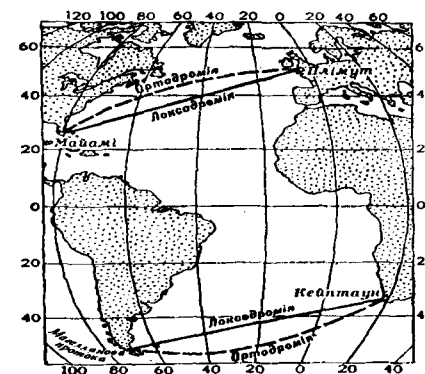


Рис. 2.7. Визначення на глобусі ортодромії та локсодромії.

Розділ 3

ПОНЯТТЯ «МІСЦЕВІСТЬ» ТА СПОСОБИ ЇЇ ВИВЧЕННЯ

□ План (логіка) викладу і засвоєння матеріалу:

3.1. Місцевість та її елементи. Основні види місцевості.

3.2. Основні способи вивчення місцевості.

3.1. Місцевість та її елементи. Основні види місцевості

☞ **Місцевість** – це частина земної поверхні з усіма її елементами: рельєфом, ґрунтами, водами, мережею доріг, населеними пунктами, рослинністю й іншими об'єктами.

Характер місцевості визначається формою рельєфу і наявністю розташованих на ній місцевих предметів (об'єктів).

☞ **Рельєфом** місцевості називають сукупність різних нерівностей на земній поверхні.

Всі об'єкти місцевості, які створені природою чи діяльністю людини (ґрунтово-рослинний покрив, гідрографія, мережа доріг, населені пункти, окремі об'єкти тощо), належать до місцевих предметів.

Рельєф і місцеві предмети називають топографічними елементами місцевості.

Типові форми рельєфу

Рельєф місцевості дуже різноманітний, але, в цілому, можна виділити п'ять його типів (рис. 3.1):

⇒ **гора** – значне за висотою, куполоподібне або конічне підвищення, яке має підшву і вершину. Вершина буває, найчастіше, куполоподібної форми, але іноді являє собою майже горизонтальний майданчик – плато, або закінчується гострим піком. Зниження від вершини до підшви називають схилом. Схил може бути рівним, випуклим, увігнутим і хвилястим. Різкий перехід від стрімкого схилу до пологого називається виступом або терасою, а лінія, яка відокремлює терасу від стрімкого схилу, що лежить нижче, – брівкою. Гору висотою до 200 м називають **горбом**. Штучний горб – **курганом**;

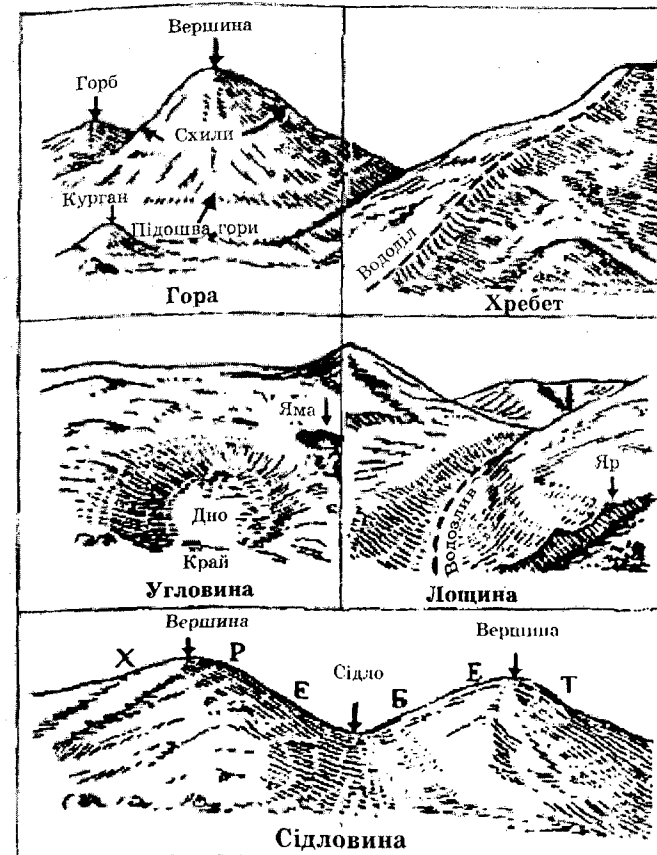


Рис. 3.1. Типові форми рельєфу.

⇒ **хребет** – витягнуте підвищення, яке знижується в одному напрямку. Вододіл, або топографічний гребінь, – лінія, яка поєднує найвищі точки хребта. Хребет, як типову форму, потрібно відрізнати від гірського хребта – ланцюга гір, які спрямовані в один бік. До великих хребтів прилягають хребти менших розмірів, які називають відрогами;

⇒ **улоговина** – замкнуте чашиподібне заглиблення (западина). Має край і дно (найнижчу точку). Іноді дно улоговини буває заболочене або зайняте водоймою. Невелику улоговину з незначною глибиною називають западиною. Улоговину дуже малих розмірів називають ямою;

⇒ **лощина** – витягнуте заглиблення, яке знижується в одному напрямку. Лінія по дну, яка поєднує найнижчі точки лощини, називається

водозливом. Не будь-яким водозливом тече вода, але будь-яка річка, струмок тече водозливом. До різних видів лощин належать долини, ущелини, яри та балки;

⇒ *сідловина* – зниження на гребені хребта між двома сусідніми вершинами. Найнижча точка сідловини називається перевалом. У гірській місцевості шляхи сполучення через хребти, як правило, йдуть перевалами. Низько розташовані сідловини по обох схилах хребта або між двома гірськими хребтами називають гірськими проходами.

Характерні лінії (вододіли й водозливи) і точки (вершини, дно улоговин, перевали) рельєфу, їх зображення і взаємне розташування визначає загальний характер рельєфу місцевості.

Грунтово-рослинний покрив

До основних типів рослинності відносяться деревинна, чагарникі, трав'яний покрив. Сукупність деревинної рослинності висотою 4 м та більше і товщиною (діаметром) 5 см і більше називають лісом. Ліс характеризується породою, віком, густиною й упорядкованістю.

« **Грунт** – узагальнена назва верхнього шару земної поверхні.

Дуже зволожені ділянки місцевості з шаром в'язкого ґрунту глибиною понад 30 см називають *болотами*. Вони класифікуються за прохідністю: прохідні, важко прохідні і непрохідні.

За характером ґрунтово-рослинного покриву виділяють лісну, болотисту, степову і пустельну місцевість.

Гідрографія

До об'єктів гідрографії відносяться річки, озера, канали, канами та інші природні і штучні водоймища.

Мережа доріг

Виділяють залізниця, автомагістралі, автомобільні дороги з покриттям і без покриття. Характеристиками доріг є: ширина проїжджої частини, матеріал покриття, якість дорожніх споруд, схили і радіуси поворотів.

Населені пункти

Є вузловими пунктами для усіх видів сполучення (транспорту). В них, звичайно, сконцентроване виробництво промислової продукції. Населені

пункти поділяються на міста, селища міського типу, селища сільського і дачного типу.

Населені пункти і густота дорожньої мережі є основними показниками обжитості й освоєння місцевості і характеризують економічне значення того чи іншого району. Також, концентрація населення і виробництва, як правило, є визначальними для визначення та прогнозування стану навколишнього природного середовища відповідної території.

Місцеві предмети-орієнтири

До них відносять різко виділені за своїм зовнішнім виглядом чи розміщенням серед усього багатоманіття об'єктів на земній поверхні. До них належать: заводські і фабричні труби, нафтові і газові вежі, водозабірні башти, пам'ятники, церкви, кургани тощо.

Основні види місцевості

За характером рельєфу місцевість поділяють на рівнинну, горбкувату і гірську, яка в свою чергу поділяється на низькогірну, середньогірну і високогірну.

Рівнинна місцевість (рис. 3.2) характеризується відсутністю різко виражених нерівностей земної поверхні, відносно невеликими перевищеннями (до 25 м) і порівняно малою стрімкістю схилів (до 2°). Абсолютні висоти над рівнем моря – до 300 м.

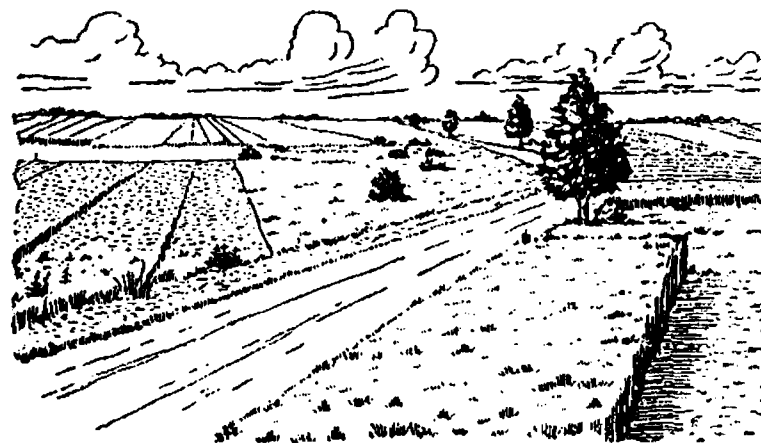


Рис. 3.2. Рівнинна місцевість.

Горбкувата місцевість (рис. 3.3) характеризується хвилястим характером земної поверхні, яка утворює нерівності (горби) з абсолютними висотами до 500 м, відносними перевищеннями 25...200 м і переважною стрімкістю схилів 2...3°.



Рис. 3.3. Горбкувата місцевість.

Низькогірна місцевість (рис. 3.4) характеризується висотами над рівнем моря 500...1000 м, відносними перевищеннями 200...500 м і переважною стрімкістю схилів 5...10°. Порівняно з іншими видами гірської місцевості, вона слабо розчленована, як правило, добре обжита і має досить розвинену мережу доріг.

Середньогірна місцевість (рис. 3.5) має висоти над рівнем моря приблизно 1000...2000 м, відносні перевищення від 500 до 1000 м і переважну стрімкість схилів 10...25°. Вона розчленована на добре виражені гірські масиви. Пасма, їхні піки і гребені мають згладжені форми.

Така місцевість часто має широкі гірські проходи, які використовуються для прокладання доріг. Ці дороги часто перетинають гірські хребти через перевал.

Високогірна місцевість (рис. 3.6) характеризується висотами над рівнем моря понад 2000 м, відносними перевищеннями 1000 м і більше, з стрімкістю схилів понад 25°.

Високогірна місцевість розділена глибокими долинами й улоговинами



Рис. 3.4. Низькогірна місцевість.



Рис. 3.5. Середньогірна місцевість.

на гірські хребти, їх піки і гребені часто вкриті снігом. Така місцевість, як правило, мало обжита, має мало гірських проходів і дуже рідку мережу доріг. Дороги вузькі і прокладені уздовж річок міжгір'ями, проходять через перевали, які розташовані на великих висотах, з крутими підйомами й малими радіусами поворотів. Перевали найчастіше розташовані вище снігової лінії і тому більшу частину року закриті.

За ступенем пересіченості ярами, балками, річками, озерами та іншими природними перешкодами, місцевість поділяють на легко пересічену, середньо пересічену і сильно пересічену.



Рис. 3.6. Високогірна місцевість.

Легко пересічена місцевість (рис. 3.7) небагата на природні та штучні перешкоди. Рельєф місцевості звичайно рівнинний, рідше горбистий, природні перешкоди займають менше 10% від усієї площі.

Середньо пересічена місцевість (рис. 3.8) має близько 20% площі, зайнятої природними перешкодами. Це найпоширеніший різновид добре обжитої місцевості. Рельєф, як правило, горбистий, зрідка рівнинний.



Рис. 3.7. Легко пересічена місцевість.



Рис. 3.8. Середньо пересічена місцевість.

Сильно пересічена місцевість (рис. 3.9) відрізняється великою кількістю важко прохідних природних перешкод – від ярів, ровів і балок до річок, каналів та інших перешкод. Площа природних перешкод складає більше 30%.

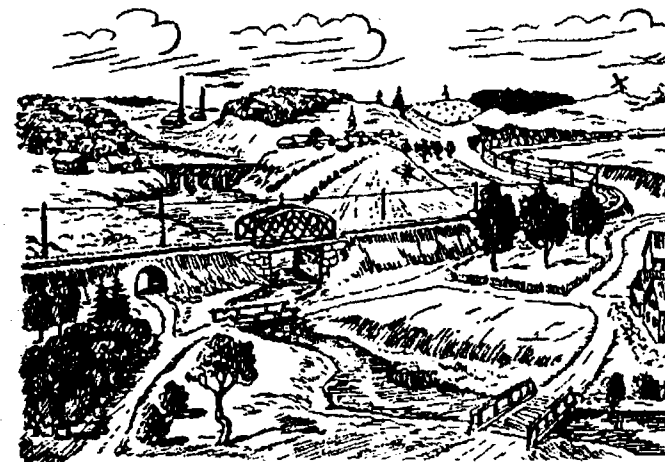


Рис. 3.9. Сильно пересічена місцевість.

За умовами спостереження місцевість поділяють на відкриту, напівзакриту і закриту.

★ *Відкрита місцевість* (рис. 3.10) являє собою рівну або злегка горбисту безлісну територію, до 75% площі якої добре проглядається в усіх напрямках з точки спостереження. На такій місцевості забезпечується добре орієнтування.

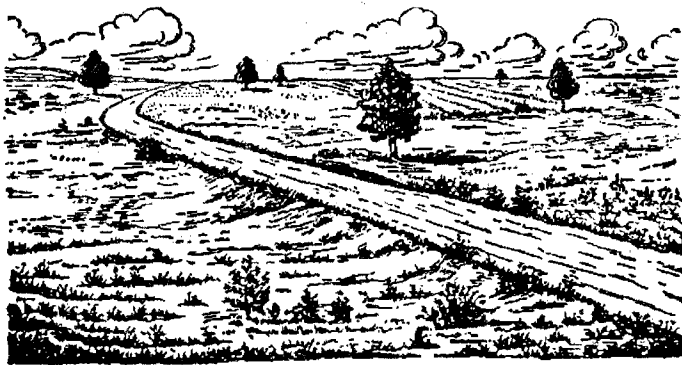


Рис. 3.10. Відкрита місцевість.

* *Напівзакрита місцевість* (рис. 3.11) є перехідною від відкритої до закритої. Здебільшого на напівзакритій місцевості площа, яка зайнята природними схованками, складає близько 20%. З точки спостереження проглядається до 50% простору.



Рис. 3.11. Напівзакрита місцевість.

* *Закрита місцевість* (рис. 3.12) – це територія з гірським, горбистим або рівнинним рельєфом, вкрита лісами, чагарниками, садами з часто розташованими населеними пунктами. На такій місцевості площа, зайнята природними сховами, складає 30% і більше, а площа, що проглядається з точки спостереження, менша за 25%.



Рис. 3.12. Закрита місцевість.

3.2. Основні способи вивчення місцевості

Вивчити місцевість – означає визначити загальний характер даної місцевості. На основі вивчення місцевості проводиться її оцінка, тобто, виходячи з конкретного завдання, визначається, якою мірою властивості даної місцевості будуть впливати на ті або інші процеси чи явища, або якою мірою відповідні об'єкти будуть впливати на навколишнє середовище.

Для вивчення місцевості використовуються різні способи. До основних з них слід віднести викладені нижче.

⇒ *Вивчення місцевості шляхом безпосереднього огляду і обстеження.* Перевага способу в тому, що, маючи перед собою реальну місцевість, можна її найбільш повно і докладно вивчити. Недоліки способу полягають у тому, що він вимагає багато часу, не дозволяє вивчати великі ділянки місцевості, залежить від часу доби і стану погоди.

⇒ *Вивчення місцевості за картою* є основним способом, оскільки дозволяє, за вмілого користування картою, завчасно і швидко вивчити будь-які райони місцевості. Не залежить від погодних умов і часу доби. Недоліком способу є те, що карта з часом старіє і може не повністю відповідати реальній місцевості. Крім того, за картою, в більшості випадків, не можливо визначити сезонні та погодні зміни місцевості.

⇒ *Вивчення місцевості за аерофотознімками* дає найбільш свіжі та докладні відомості. Недоліки способу полягають у труднощах їх

дешифрування, наявності спотворень за рельєф і нахил аерофотознімків. Тому аерофотознімки здебільшого використовуються з метою доповнення (уточнення) інформації, отриманої з карт.

⇒ *Вивчення місцевості за різними джерелами.* До таких відносяться різні описи місцевості, опитування місцевих мешканців та інші. Перевага способу в тому, що з цих джерел можна отримати такі відомості, яких немає ні на картах, ні на аерофотознімках. Недоліки способу в тому, що потрібно багато часу, а свідчення уривчасті, розрізнені і часто суперечливі.

Розглянуті способи вивчення місцевості показують, що, вивчаючи місцевість, потрібно, за можливістю, не обмежуватися картою, а поєднувати різні способи і прагнути отримати більш повні та достовірні відомості про місцевість.

Розділ 4

ОРІЄНТУВАННЯ НА МІСЦЕВОСТІ БЕЗ КАРТИ

□ *План (логіка) викладу і засвоєння матеріалу:*

- 4.1. *Сутність та способи орієнтування на місцевості.*
- 4.2. *Способи визначення напрямів за сторонами горизонту.*
- 4.3. *Орієнтування за зірками.*
- 4.4. *Способи визначення відстаней на місцевості.*

4.1. Сутність та способи орієнтування на місцевості

Сутність орієнтування полягає у розпізнанні місцевості за її характерними ознаками й орієнтирами, визначенні свого місцезнаходження і необхідних об'єктів відносно сторін горизонту, місцевих предметів (орієнтирів), а також у знаходженні і визначенні потрібного напрямку руху.

У наш час вміння орієнтуватися без приладів не втратило свого практичного значення.

Для того, щоб орієнтуватися на місцевості без карти, треба вміти:

- *знаходити напрями за сторонами горизонту;*
- *визначати напрями (азимути);*
- *вибирати орієнтири;*
- *вимірювати відстані до місцевих предметів.*

Місцеві предмети і форми рельєфу, відносно яких визначають своє місцезнаходження і розташування об'єктів, що вказують напрямок руху, називають орієнтирами. Вони розрізняються за формою, кольором, розмірами і легко розпізнаються при огляді навколишньої місцевості.

Орієнтири поділяються на площинні, лінійні і точкові.

* *Площинні орієнтири* – населені пункти, ліси, гаї, озера, болота й інші об'єкти, які займають великі площі.

* *Лінійні орієнтири* – це місцеві предмети і форми рельєфу, які мають велику протяжність при невеликій їхній ширині (дороги, річки, канали, лінії електромереж тощо) і використовуються, як правило, для дотримання напрямку руху.

* *Точкові орієнтири* – будови баштового типу, заводські та фабричні труби, церкви, ретранслятори, мости, перехрестя доріг, ями, кар'єри та інші місцеві об'єкти, які займають невелику площу, використовуються для точного визначення свого місцезнаходження і напрямку руху.

Орієнтирами обирають місцеві предмети або деталі рельєфу, які чітко виділяються на фоні місцевості.

Взимку снігові заноси згладжують складки рельєфу і роблять їх малопомітними здалеку. У цих умовах обирають місцеві предмети темного забарвлення через те, що вони більше помітні на фоні снігового покриву.

У гірській місцевості окремі форми рельєфу і місцеві предмети, визначені як орієнтири, можуть зникати з виду під час руху гірськими дорогами. Тому в гірській місцевості орієнтири повинні обиратися на різних висотах (ярусах).

4.2. Способи визначення напрямів за сторонами горизонту

Напрями за сторонами горизонту взаємопов'язані між собою. Тому, якщо відомий хоча б один з них, наприклад, на північ, то в протилежному напрямку буде південь, праворуч – схід, а ліворуч – захід.

Напрями на сторони горизонту можна визначити:

- за компасом;
- за положенням Сонця;
- за Сонцем і годинником;
- за положенням Місяця;
- за Місяцем і годинником;
- за Полярною зіркою;
- за ознаками місцевих предметів.

Компас і користування ним

На сьогодні, найбільше розповсюдження отримав компас Адріанова (рис. 4.1).

Основними частинами компаса є насаджена на вістря сталевий голки магнітна стрілка, шкала, візирний пристрій, гальмо, корпус. У компаса Адріанова шкала нерухома, але повертається візирний пристрій (цілик і мушка). Шкала, за ходом годинникової стрілки, оцифрована в градусній мірі з ціною поділки 3° .

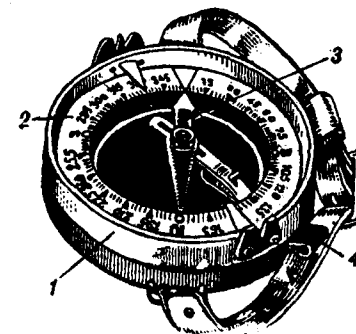


Рис. 4.1. Компас Адріанова:

- 1 – кришка із стійкою для візування; 2 – кругова шкала;
3 – магнітна стрілка; 4 – гальмо.

Для перевірки компас встановлюють у горизонтальному положенні на який-небудь предмет і відпускають гальмо. Запам'ятовують відлік за кінцем стрілки і металевим предметом відводять стрілку в сторону. Металевий предмет забирають – стрілка повинна вказати попередній відлік. Якщо відлік відрізняється більш ніж на одну поділку – компас несправний (розмагнічена стрілка або втуплена голка).

Не рекомендується працювати з компасом під час грози, поблизу електричних проводів високої напруги і поблизу металевих предметів. Від автомашини необхідно відходити на 10...15 м.

Завдання, які вирішуються за допомогою компаса:

- визначення напрямів за сторонами горизонту;
- знаходження магнітних азимутів напрямів;
- знаходження напрямів за відомими магнітними азимутами;
- вимірювання кутів на місцевості і за картою.

* *Визначення напрямку за сторонами горизонту* виконують таким чином. Мушку візирного пристрою ставлять на нульову поділку шкали (північ), а компас – горизонтально. Потім відпускають гальмо магнітної стрілки і повертають компас так, щоб північний її кінець збігся з нульовим відліком. Після цього, не змінюючи положення компаса, візуванням через цілик і мушку запам'ятовують віддалений орієнтир, який використовується для визначення напрямку на північ.

* *Для визначення магнітного азимуту* стають обличчям до орієнтиру. Відпускають гальмо і тримають компас горизонтально.

Поворотом корпусу компаса суміщають північний кінець стрілки з нульовим відліком. Придержуючи стрілку біля нульового відліку, повертають візирний пристрій так, щоб крізь цілик і мушку побачити орієнтир. Знімають відлік за шкалою біля мушки.

Магнітний азимут – горизонтальний кут від північного кінця стрілки компаса до напрямку на орієнтир, що вимірюється за ходом годинникової стрілки від 0° до 360° . Щоб визначити зворотній азимут (азимут повернення), необхідно від визначеного магнітного азимута відняти 180° , а якщо його значення менше 180° – то додати 180° .

* *Визначення напрямку за відомим магнітним азимутом* проводять наступним чином. Відпускають гальмо. Мушкою візирного пристрою встановлюють відлік заданого азимуту. Тримавши компас перед собою (цілик до себе, мушка від себе), повертаються разом з компасом так, щоб північний кінець стрілки збігся з нульовим відліком (орієнтують компас), притримуючи кінець стрілки на нулі, крізь цілик і мушку вибирають якомога дальній орієнтир.

Визначення напрямку на сторони горизонту за Сонцем

При відсутності компаса або в районах магнітних аномалій, напрямки на сторони горизонту можна приблизно визначити за Сонцем. У північній півкулі Сонце сходить влітку на північному сході, а заходить на північному заході. Тільки двічі на рік Сонце сходить на сході та заходить на заході – в дні весняного (21 березня) та осіннього рівнодення (23 вересня).

Прийнято вважати, що Сонце у визначений час доби знаходиться на відповідних сторонах горизонту (табл. 4.1):

Таблиця 4.1.
Місцезнаходження Сонця у визначений час доби

Сторона горизонту	Дебетний час:	
	з 1.X по 31. III	з 1.IV по 30.IX
Схід	7:00	8:00
Південь	13:00	14:00
Захід	19:00	20:00

Над територією України Сонце знаходиться на півдні у найвищій точці над горизонтом (у зеніті) у полудень. При цьому тіні від місцевих предметів мають найменшу довжину в напрямку на північ. З переміщенням Сонця тіні зміщуються на схід. Так, якщо відмітити

положення кінця тіні від якогось предмета, а через деякий час відмітити нове положення кінця тіні цього ж предмета, то ми набудемо напрямок на схід (від другого до першого – на захід).

Визначення напрямку на сторони горизонту за Сонцем і годинником

Знаючи, що Сонце здійснює по небосхилу свій видимий шлях зі сходу на захід за ходом годинникової стрілки, з кутовою швидкістю 15° за годину, можна визначити сторони горизонту за Сонцем та годинником у будь-який час дня.

Для цього годинник встановлюють так, щоб годинна стрілка була спрямована на Сонце (положення хвилинної стрілки при цьому не враховується). Кут між годинною стрілкою та напрямком на цифру 1 (влітку – на цифру 2) на циферблаті годинника ділять навпіл – це і буде напрямком на південь. У протилежній стороні буде північ. До півдня ділять навпіл ту дугу (кут), яку годинна стрілка має пройти до 13 (14) години (рис. 4.3 а), а після півдня – ту дугу (кут), яку вона пройшла після 13 (14) години (рис. 4.3 б).

Визначення напрямків на сторони горизонту за Місяцем

За Місяцем сторони горизонту визначають більш точно, коли видно весь його диск. Повний Місяць у будь-який час знаходиться в стороні, протилежній від Сонця. Різниця в часі їх місцезнаходження складає 12

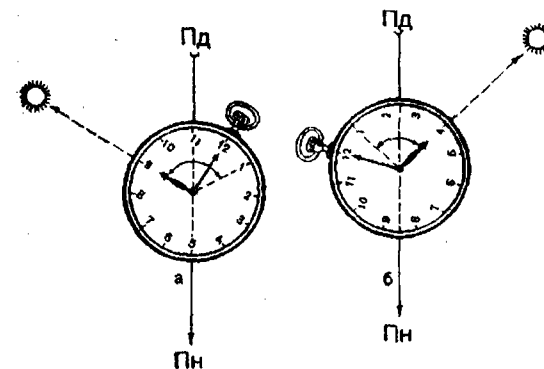


Рис. 4.3. Визначення сторін горизонту за Сонцем та годинником:
а – до полудня; б – після полудня.

годин. Ця різниця на циферблаті годинника не видима, оскільки о 1 годині та о 13 годині взимку (відповідно о 2 годині та 14 годині влітку) годинна стрілка буде знаходитися на одному місці. Тому сторони горизонту визначають таким же чином, як і за Сонцем.

Визначення напрямів на сторони горизонту за Місяцем і годинником

Якщо Місяць неповний, то слід визначити кількість «видимих» годин (повний Місяць знаходиться в протилежній стороні від Сонця і різниця складає 12 годин) і знак (+ або -). До часу спостереження необхідно додати (відняти) кількість «видимих» годин і отримати той час, коли на місці Місяця знаходилося б (буде знаходитись) Сонце. Спрямувавши на видиму частину Місяця вираховану цифру циферблату годинника, потрібно вважати, що це не Місяць, а Сонце, і визначити напрям на південь.

Наприклад, час спостереження 5 год. 30 хв. (рис. 4.4). Видима частина диску Місяця в поперечнику складає, за оцінкою на око, десять шостих частин, або 10 годин. Місяць відходить. Отже, Сонце буде знаходитись у тому напрямі, де в даний час знаходиться Місяць, о 15 год. 30 хв. ($5:30 + 10:00 = 15:30$), тобто годинник покаже 3 год. 30 хв. Спрямовуємо цифру 3:30 на циферблаті годинника на Місяць. Кут між цифрами 3:30 і 1 ділимо навпіл і знаходимо напрям на південь. Щоб не помилитися, коли брати різницю, а коли суму, користуються правилом, яке показано на рис. 4.4.

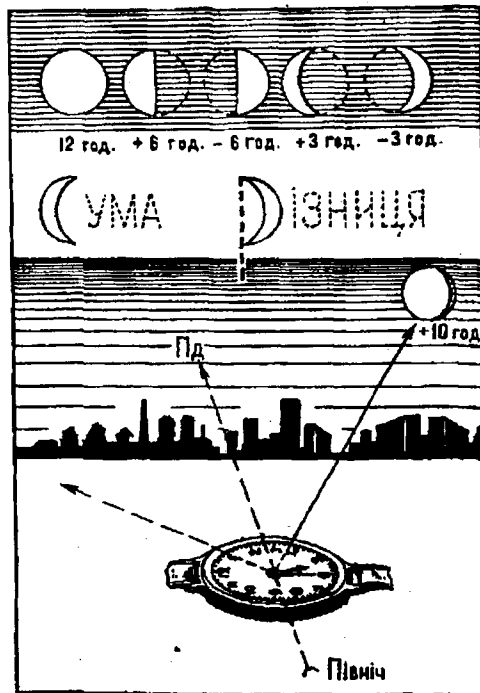


Рис. 4.4. Визначення сторін горизонту за Місяцем і годинником.

Визначення напрямів на сторони горизонту за Полярною зіркою

Полярна зірка завжди знаходиться на півночі. Вночі на безхмарному небі її легко знайти за сузір'ям Великої Ведмедиці. Крізь дві крайні зірки ковша Великої Ведмедиці потрібно подумки провести пряму лінію та відкласти на ній п'ять відрізків, що дорівнюють відстані між крайніми зірками ковша. У кінці п'ятого відрізка буде знаходитися Полярна зірка Малої Ведмедиці (рис. 4.5). За яскравістю вона приблизно дорівнює зіркам Великої Ведмедиці. Полярна зірка може бути надійним орієнтиром для дотримання напрямку руху, оскільки її положення на небосхилі зі зміною часу практично не змінюється. Точність визначення напрямку за Полярною зіркою складає 2...3°.

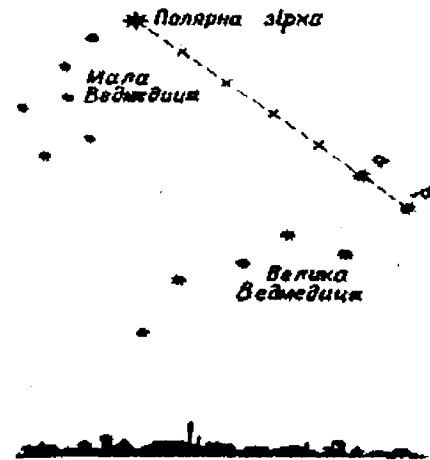


Рис. 4.5. Знаходження Полярної зірки на небосхилі.

Визначення сторін горизонту за різними ознаками місцевих предметів

Цей спосіб менш надійний, ніж вищезгадані, тому користуватися ним слід лише у виняткових випадках (немає компаса; район магнітної аномалії; в умовах обмеженої видимості).

Більшість ознак обумовлені розміщенням місцевих предметів по відношенню до Сонця (рис. 4.6), а саме:

- кора великих дерев грубіша на північній стороні, тонша, еластичніша (у берези – світліша) – на південній;
- у сосни повторна (бура, потріскана) кора на північній стороні підіймається вище по стовбуру;
- дерева, каміння, черепичні та шиферні дахи раніше та густіше покриваються лишаями та грибками з північної сторони;
- на деревах хвойних порід смола рясніше накопичується з південної сторони;

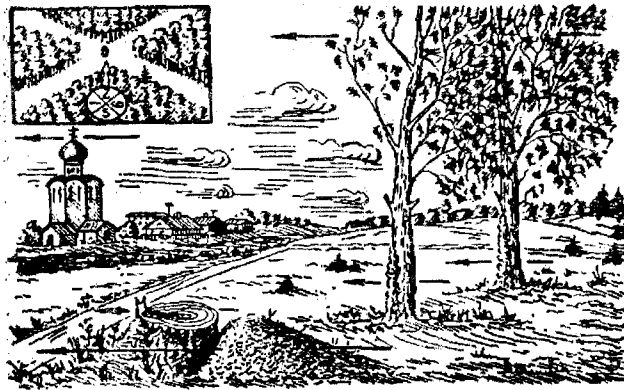


Рис. 4.6. Визначення сторін горизонту за різними ознаками місцевих предметів (стрілками показано напрям на північ).

- мурашники розташовуються з південної сторони дерев, пнів та кущів; крім того, південний схил мурашників пологий, а північний – стрімкий;
- весною трава з південної сторони великого каміння, стовбурів дерев, на південних галявинах лісу вища та густіша, а влітку, під час довгої спеки, трава залишається більш зеленою з північної сторони цих предметів;
- ягоди та фрукти скоріше дозрівають (червоніють, жовтіють) з південної сторони;
- сніг швидше розтає на південних схилах; внаслідок цього на снігу утворюються проталини – шипи, направлені на південь;
- просіки в лісових масивах частіше прорубуються за лінією північ-південь або захід-схід, лісові квартали нумеруються з заходу на схід;
- вівтарі православних церков звернені на схід, а головні входи розташовані з західної сторони;
- вівтарі католицьких церков (косяолів) звернені на захід;
- припіднятий кінець нижньої поперечини хреста церкви звернений на північ.

Відлік часу при визначенні напрямів

При визначенні напрямів за сторонами горизонту за небесними світилами (Сонцем, Місяцем) дуже важливо знати точно відлік часу, за яким ми живемо. У зв'язку з тим, що земна куля обертається навколо,

своїї осі за 23 год. 56 хв. 4 сек., користуватися таким відліком часу дуже незручно, тому що один і той самий час протягом року буде у різний час дня або ночі. Тому для визначення часу, за яким ми живемо, прийнято середнє сонце – фіктивна точка, яка рівномірно рухається по небесному екватору з такою швидкістю, що за свій рух протягом року вона одночасно з істинним Сонцем проходить через точку весняного рівнодення, коли день дорівнює ночі. Початок відліку середнього сонячного часу ведеться від півночі – моменту нижньої кульмінації Сонця.

Сутність системи відліку часу полягає у наступному. Поверхня земної кулі поділяється на 24 годинні пояси (від нульового до двадцять третього). Відлік часу в сусідніх поясах відрізняється на 1 год. Межами годинних поясів є державні кордони, адміністративні межі, а також гірські хребти, ріки, які розташовані поблизу меж меридіанів часових поясів.

Відлік середнього сонячного часу у світі ведеться від початкового меридіану Гринвіцької обсерваторії (поблизу Лондона), який проходить посередині нульового гринвіцького поясу. Час нульового гринвіцького поясу називається західноєвропейським часом.

На схід від нульового поясу проходить 1-й пояс, час якого відомий як середньоєвропейський. Він випереджає гринвіцький на одну годину.

Поясний час у повсякденному житті називають місцевим часом. У 1930 р. поясний час було збільшено на 1 год. (стрілки годинників переведено на 1 год. вперед) і названо декретним часом. Крім того, з 1981 року, 1 квітня, щороку стрілки годинників переводять на 1 год. вперед і називають цей час літнім часом, тому що з 1 жовтня стрілки годинників переводять на 1 год. назад. Отже, південь за літнім часом буде не о 13 год., а о 14 год.

Таким чином, час, за яким ми живемо, називається середнім сонячним, поясним (місцевим), декретним, а з 1 квітня до 1 жовтня – і літнім часом.

4.3. Орієнтування за зірками

Зоряне небо вночі має вигляд півкулі. Небесні світила віддалені від Землі на значні відстані, тому здається, що вони знаходяться на внутрішній поверхні цієї півкулі, яка називається небесною сферою. Вона має довільний радіус, і центр її знаходиться в довільній точці, наприклад, у точці спостереження.

Уявна пряма лінія, яка проходить через центр небесної сфери паралельно осі обертання Землі, називається віссю світу. Навкруги осі світу відбувається видиме обертання небесної сфери зі сходу на захід, яке здійснюється внаслідок обертання Землі навкруги своєї осі протягом доби з заходу на схід.

Вісь світу перетинає небесну сферу в двох точках – Північному і Південному полюсах світу, які є нерухомими точками небесної сфери. Північний полюс світу знаходиться поблизу Полярної зірки, а Південний – поблизу сузір'я Октант. Чим ближче світило до Полюса світу, тим менше його видиме обертання протягом доби.

Полярна зірка, серед інших зірок на небосхилі, для спостерігача здається нерухомою, через те, що вона знаходиться поблизу Північного полюса світу. Кутова відстань її від полюса в 1978 р. дорівнювала 50', але внаслідок прецесії осі обертання Землі у світовому просторі вона зменшується і близько 2100 р. досягне найменшого значення – 28'.

Полярна зірка служить надійним світилом для орієнтування і визначення свого місцезнаходження. За спостереженнями Полярної зірки визначають схилення магнітної стрілки, поправки до показів приладів з магнітною стрілкою, гірокомпасів і гіротеодолітів.

Крім Полярної зірки, для орієнтування використовують й інші зірки та сузір'я. Так, у північній півкулі відомі, наприклад, сузір'я Великої Ведмедиці, Малої Ведмедиці, Візничий, Оріон, Либідь, Ліра, Кассіопея.

Найяскравіші зірки, яких близько 20, називають зірками 1-ї величини, а зірки, які ледь-ледь видно неозброєним оком, називають зірками 6-ї величини. Наприклад, зірка Вега в сузір'ї Ліри є найяскравішою зіркою в північній частині небосхилу і знаходиться поблизу Чумацького Шляху.

Яскраві зірки в сузір'ях позначають літерами грецького алфавіту, деякі з них, крім того, мають власні назви, наприклад, Вега (α Ліри), Арктур (α Волопаса), Полярна зірка (α Малої Ведмедиці).

Для того, щоб надійно орієнтуватися і безпомилково розпізнавати сузір'я та окремі зірки, необхідно вивчити зоряне небо. Спочатку за картою зоряного неба запам'ятовують основні сузір'я та їх взаємне розташування.

Впевнено розпізнається на небі сузір'я Великої Ведмедиці, сім зірок якої мають вигляд «ковша». Якщо продовжити ручку «ковша» Великої Ведмедиці і відкласти в цьому напрямку відстань, яка, приблизно

дорівнює довжині всього «ковша», можна розпізнати зірку Арктур у сузір'ї Волопаса. Якщо продовжити ручку «ковша» Малої Ведмедиці і відкласти відстань, яка приблизно в два рази більша «ковша», легко знайти зірку Капеллу в сузір'ї Візничого.

Таким чином, карта зоряного неба дозволяє розпізнавати на небі і використовувати для орієнтування на місцевості те чи інше сузір'я або обирають зірку для визначення астрономічного азимута.

4.4. Способи визначення відстаней на місцевості

Точні способи вимірювання відстаней за допомогою кутомірних приладів і віддалемірів використовуються при топогеодезичній прив'язці, але ці способи вимірювань потребують багато часу.

При роботі на місцевості, залежно від обставин і характеру завдання, дальність, як правило, визначають:

- окомірно;
- кроками;
- за спідометром автомобіля;
- за кутовими розмірами предметів;
- за лінійними розмірами предметів;
- за часом та швидкістю руху;
- за співвідношенням швидкості світла і звуку;
- на слух;
- побудовою геометричних фігур на місцевості.

Визначення відстані окомірно – найпростіший та найшвидший спосіб, точність якого залежить від досвіду спостерігача, умов спостереження та величини відстані, що визначається. У досвідченого спостерігача відстань до 1 км може бути визначена з помилкою 10...15%, у недосвідченого – 30...50%. При збільшенні відстані помилка збільшується. Точність визначення відстані підвищується в результаті систематичних тренувань. При цьому необхідно пам'ятати, що:

- великі та чіткі предмети здаються завжди ближчими;
- при спостереженні вгору здається, що предмети ближче, а вниз – далі;
- якщо між спостерігачем і предметом немає інших об'єктів, здається, що він ближче, якщо є – далі;

- при спостереженні через водні простори, долини та лощини відстані здаються меншими;
- при спостереженні в сутінках, у тумані, при похмурій погоді відстані здаються більшими.

З достатньою точністю відстані можна вимірювати, користуючись відомостями табл. 4.2.

Таблиця 4.2.

Визначення відстані за типовими ознаками місцевих предметів

Ознаки видимості	Відстань
Видно будинки сільського типу	5 км
Розрізняються вікна в будинках	4 км
Видно окремі будинки, димарі на покрівлі будинків	3 км
Видно окремих людей	2 км
Видно стовпи ліній зв'язку	1500 м
Розрізняються стовбури дерев у лісі	1000 м
Помітні рухи рук та ніг людини	700 м
Видно колір та частини одягу, овал обличчя	250...300 м
Видно черепицю на покрівлях будинків, листя дерев	200 м
Видно риси обличчя, руки	100 м
Видно очі у виді крапок	70 м
Видно білки очей	20 м

При вимірюванні відстані кроками, рахунок ведеться парами кроків. Після кожної сотні рахунок починається спочатку, а кількість сотень відмічається на папері або іншими способами. Щоб результати були достатньо точними (2...4% вимірюваної відстані), необхідно тренуватися у ходінні рівними кроками у будь-яких умовах та визначити довжину свого кроку. Для цього потрібно пройти відрізок у 200 м в одну сторону і навпаки, рахуючи пари кроків, потім 200 м поділити на отриманий середній результат.

Наприклад, при вимірюванні відстані отримаємо 120 та 124 пари кроків. Середнє число пар кроків 122. Довжина пари кроків буде:

$$200 \text{ м} : 122 = 1,6 \text{ м.}$$

Для приблизного вимірювання довжини кроків можна користуватися формулою:

$$D = \frac{P}{4} + 37 \text{ см} \quad (4.1)$$

де D – довжина кроку, см;

P – зріст людини, см.

Вимірювання відстані за спідометром автомобіля. Відстань, пройдена машиною, визначається як різниця показника спідометра з початку руху (1-а точка) і до зупинки (2-а точка). Під час руху дорогами з твердим покриттям вона буде на 3...5%, а по в'язкому ґрунті – на 8...12% більше дійсної відстані. Такі помилки виникають від пробуксовування колес, зміни тиску у шинах та їх зносу. Для більш точного визначення відстані необхідно в показники спідометра вводити поправку. Для цього проїжджають ділянку дороги в прямому та зворотньому напрямку, знімаючи покази спідометра на початку та в кінці ділянки. З отриманої середньої відстані ділянки відраховують величину цієї ж ділянки, виміряної піддаєміром або мірною стрічкою. Коефіцієнт коректури шляху виражається у відсотках та обчислюється за формулою:

$$K = \frac{S_{\text{сер}} - S}{S} \cdot 100 \quad (4.2)$$

де $S_{\text{сер}}$ – середнє арифметичне від відліків за спідометром при прямому та зворотньому проїзді ділянки;

S – виміряна довжина ділянки.

Наприклад, якщо середнє значення контрольної ділянки дорівнює 4,2 км, а виміряне за картою – 3,8 км, то коефіцієнт коректури шляху

$$K = \frac{4,2 - 3,8}{3,8} \cdot 100\% = 10\%$$

Таким чином, якщо довжина маршруту, виміряного за картою, складає 50 км, то за спідометром буде відлік 55 км, тобто на 10% більше. Різниця в 5 км і є величиною поправки.

Визначення відстаней за лінійними розмірами предметів полягає в наступному. Лінійкою, розташованою на відстані 50 см від очей, вимірюють у міліметрах висоту предмета, що спостерігається. Потім висоту предмета в сантиметрах ділять на виміряну лінійкою в міліметрах, результат множать на постійне число 5; отримують відстань до предмета в метрах.

Наприклад, телеграфний стовп висотою 6 м затуляє на лінійці відрізок 10 мм (рис. 4.7). Отже відстань до нього:

$$D = \frac{600}{10} \cdot 5 = 300 \text{ м.}$$

Точність визначення відстаней за кутовими та лінійними величинами складає 10...15% довжини виміряної відстані.



Рис. 4.7. Визначення відстаней за лінійними розмірами предметів.

Визначення відстані за часом і швидкістю руху застосовується для наближеного визначення довжини пройденого шляху, для чого середню швидкість множать на час руху. Середня швидкість руху пішохода становить близько 5 км/год.

Визначення відстані за співвідношенням швидкості звуку і світла проводять з урахуванням того, що звук розповсюджується у просторі зі швидкістю 330 м/сек., або 1 км за 3 сек., а світло – практично миттєво. Таким чином, відстань у кілометрах до місця, де пролунав грім, дорівнює числу секунд, які пройшли від моменту спалаху до моменту, коли був почутий його звук, поділеному на 3.

Наприклад, спостерігач почув звук грому через 11 сек. після спалаху. Відстань до місця спалаху

$$D = 11 : 3 \approx 3,7 \text{ км}$$

Визначення відстані на слух застосовується при обмеженій видимості, переважно вночі. Точність цього способу невисока. Вона залежить від досвідченості спостерігача, гостроти і тренованості його слуху, вміння враховувати напрямок і силу вітру, температуру і вологість повітря. В безвітряну ніч, при нормальному слухові, різні джерела шуму можуть бути почуті на відстані, вказаній у табл. 4.3.

Визначення відстані геометричною побудовою на місцевості може застосовуватися при визначенні ширини відповідних ділянок місцевості та перешкод (річок, озер, затоплених зон). На рис. 4.8 а показано визначення ширини річки побудовою на місцевості рівнобедреного трикутника. Оскільки в такому трикутнику катети рівні, то ширина річки AB дорівнює довжині катета AC . Точку A вибирають на місцевості так, щоб з неї було видно місцевий предмет (точка B) на протилежному березі, а також, щоб була можливість вздовж берега

Таблиця 4.3.

Визначення відстані до джерел шуму

Джерело шуму	Відстань до джерела шуму
Кроки людини	40м
Тріск зламаной гілки	80м
Неголосна розмова, кашель	100м
Стук сокири	300м
Падіння зрубаних дерев	600м
Рух автомобіля по шосе	800м

виміряти відстань, що дорівнює ширині ріки. Положення точки C визначають методом наближення, вимірюючи кут ACB компасом чи за допомогою годинника до тих пір, доки його значення не досягне 45° .

Інший варіант цього способу показаний на рис. 4.8 б. Точку C обирають так, щоб кут ACB дорівнював 60° . Відомо, що тангенс кута 60° дорівнює $1/2$, отже, ширина річки дорівнює подвоєному значенню відстані AC . Як і в першому, так і в другому випадку кут при точці A повинен дорівнювати 90° .

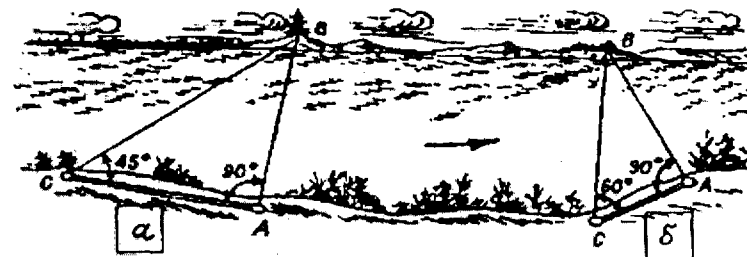


Рис. 4.8. Визначення відстаней геометричною побудовою на місцевості.

Визначення висоти предметів на місцевості.

Визначення відстаней за відомою висотою предметів

Для визначення висоти предмета за кутовою величиною, вимірюють відстань до предмета в метрах і його кутову величину, за допомогою бінокля, в тисячних. Висоту предмета отримують за формулою

$$B = \frac{D \cdot K}{1000} \quad (4.10)$$

де B – висота предмета, м;

D – відстань до предмета, м;

K – кутова величина предмета в тисячних.

Наприклад, відстань до дерева – 100 м, а його кутова величина від основи до верху – 2-20. Його висота становить:

$$B = \frac{100 \cdot 220}{1000}$$

За тінню від предмета. Для цього необхідно визначити довжину своєї тіні d і довжину тіні D від предмета (рис. 4.9). Оскільки трикутники подібні, то висоту предмета B визначають за формулою

$$B = b \frac{D}{d} \quad (4.11)$$

де d – зріст людини (спостерігача).

Таким чином, висота дерева у стільки разів більше зросту спостерігача, у скільки разів тінь від дерева довша його тіні. Наприклад, довжина тіні спостерігача 3,5 м, а тіні від дерева – 24,5 м, тобто в 7 разів довша. Якщо зріст спостерігача 1,8 м, то висота дерева $1,8 \cdot 7 = 12,6$ м. При цьому слід урахувати, що точність визначення висоти предметів залежить від точності визначення відстані до нього (в першому випадку) або довжини його тіні (в другому випадку).

Використовуючи вище наведені формули (4.10, 4.11), не важко визначити, що у випадку, коли ми з певною вірогідністю знаємо висоту місцевих предметів, розрахунок відстані до них труднощів не викликає.



Рис. 4.9. Визначення висоти предмета за його тінню.

Розділ 5

ТОПОГРАФІЧНІ КАРТИ І ПЛАНИ

□ План (логіка) викладу і засвоєння матеріалу:

5.1. Основні властивості картографічного зображення земної поверхні. Вимоги до нього.

5.2. Математична основа карт.

5.3. Розграфлення і номенклатура топографічних карт.

5.4. Картографічні умовні знаки.

5.5. Поняття про картографічну генералізацію.

5.6. Зміст топографічної карти.

5.6.1. Фізико-географічні елементи.

5.6.2. Населенні пункти.

5.6.3. Промислові, сільськогосподарські та соціально-культурні об'єкти.

5.6.4. Кордони та межі.

5.6.5. Геодезичні пункти.

5.7. Повнота, вірогідність і точність топографічних карт.

Точність вимірів по картах.

5.8. Спеціальні карти та плани міст.

5.9. Топографічні карти шельфу.

5.10. Підготовка карти до роботи.

Основними картографічними здобутками, по їхній ролі в науці і практиці, є географічні карти.

Починаючи від зародження карти й на протязі всієї історії її удосконалення, в основі рішення по ній відповідних задач, було зіставлення в просторі та на плані місця розташування об'єктів та визначення їх координат.

«Тоді як мікробіологу, що вивчає дрібні організми, приходиться насамперед піклуватися про одержання збільшеного зображення своїх об'єктів через мікроскоп, географу приходиться, навпаки, думати про одержання зменшеного зображення земної поверхні, якою і є карта» – казав географ М.М. Баранський.

Топографічні карти й плани по змісту відносяться до загально-географічних карт, по призначенню вони багатоцільові, тому що використовуються при рішенні самих різних господарських і наукових завдань; по територіальному охопленню це, в основному, карти окремих держав.

Топографічні карти – *багатолисті*, складаються з деякої кількості аркушів, розміри яких зручні для практичного користування, а також видання. Вони відрізняються високою геометричною точністю й географічною відповідністю. Це забезпечується їхнім масштабом, геодезичною основою, картографічними проекціями й системою умовних знаків. Зображення місцевості на топографічних картах дається з можливою повнотою, подробицею й вірогідністю.

5.1. Основні властивості картографічного зображення земної поверхні. Вимоги до нього.

Картографічне зображення, одним з видів якого (поряд із глобусами, рельєфними картами й ін.) є карта, володіє рядом властивостей. Серед них треба насамперед назвати такі, як наочність і вимірність карти.

Наочність карти забезпечує зорове сприйняття подоби земної поверхні або окремих її ділянок, їхніх характерних рис і особливостей.

Вимірність варто розуміти як можливість одержувати по карті кількісні характеристики зображених на ній об'єктів на основі певних вимірювальних дій.

Наочність і вимірність карти обумовлюються:

➤ наявністю певного математично зв'язку між багатомірними об'єктами навколо нас і їх плоским картографічним зображенням. Вона здійснюється за допомогою *картографічних проекцій*;

➤ відповідним ступенем зменшення лінійних розмірів зображених об'єктів, що залежить від масштабу;

➤ виділенням типових рис місцевості, що визначають її відмінні риси, шляхом *картографічної генералізації*;

➤ застосуванням для зображення земної поверхні особливої знакової системи – *картографічних умовних знаків*.

Одна з основних вимог, що пред'являються до карти, – збереження *географічної відповідності* між картографічним зображенням і

реальною дійсністю, відображення її головних, типових рис, просторових взаємозв'язків об'єктів, географічної специфіки конкретної території.

Щоб забезпечити високий ступінь вимірності, карта повинна володіти достатньою для конкретних цілей *геометричною точністю*, під якою розуміється відповідність місця розташування, обрисів і розмірів об'єктів на карті й у дійсності. Чим менше зображувана ділянка земної поверхні, при збереженні розмірів карти, тим вище її геометрична точність.

Карта повинна бути *достовірною*, тобто відомості, що становлять її зміст на певну дату, повинні бути правильними, відповідати сучасному стану зображених на ній об'єктів. Сучасність, поряд з вірогідністю, можна розглядати і як властивість конкретної карти. Важлива характеристика карти – *повнота змісту*, що включає обсяг відомостей, що містяться у ній та їх різнобічність.

Карти класифікують по змісту, масштабу, призначенню, територіальному охопленню. Серед їхнього різноманіття виділяють *групу загальногеографічних карт*, що відображають сукупність основних елементів місцевості (ділянок земної поверхні): природних (рельєф, гідрографія, рослинний покрив і ґрунти) і соціально-економічних (населені пункти, промислові, сільськогосподарські, соціально-культурні й інші об'єкти, дорожня мережа й ін.).

Елементами карти, її складовими частинами, є:

⇒ *математична основа*, що включає масштаб, геодезичну основу й картографічну проекцію;

⇒ *зміст*, під яким розуміється сукупність показаних об'єктів і повідомлюваних відомостей;

⇒ *допоміжне оснащення* (назва, легенда – умовні знаки і пояснення, що розкривають їхній зміст, різні графіки, довідкові дані й ін.).

5.2. Математична основа карт

Державні топографічні карти України видаються в масштабах 1:1 000 000 і крупніше. Вони становлять єдиний стандартний набір – *масштабний ряд*: 1:1 000 000; 1:500 000; 1:200 000; 1:100 000; 1:50 000; 1:25 000; 1:10 000. Для потреб картографічного виробництва видається також карта масштабу 1:300 000. Плани створюються в масштабах 1:5 000, 1:2 000, 1:1 000 і 1:500. Прийнятий масштабний ряд має коефіцієнт

переходу від масштабу до масштабу (2,0...2,5). Коефіцієнт переходу забезпечує домірність різномасштабних карт і планів, спрощує їхнє зіставлення й зведення у єдину систему.

Найчастіше карти масштабу 1:200 000 і крупніше відносять до *великомасштабних*, 1:1 000 000...1:300 000 – до *середньо масштабних*. Однак існують і інші класифікації.

До математичних елементів (математичної основи) географічної карти належать: опорна геодезична мережа, проекція, масштаб, розграфлення, рамки і номенклатура.

Геодезична основа карт

Перехід від поверхні земного еліпсоїда до площини – складне математичне завдання, тому, розв'язуючи його, слід зважати на правильність відтворення форми географічних об'єктів, збереження відстані між ними тощо.

Положення спроектованих на еліпсоїд точок земної поверхні визначаються їхніми координатами.

Географічні координати – величини, що визначають положення точки на земній поверхні.

Географічна широта (φ) – це кут між нормаллю (перпендикуляром) до земного еліпсоїда у даній точці та площиною екватора. Широти відлічуються від 0° до 90° від екватора на північ (північна широта) і на південь (південна широта).

Географічна довгота (λ) – це двогранний кут між площиною початкового меридіана й меридіана, що проходить через дану точку (рис. 5.1).

На рис. 5.1 поданий земний еліпсоїд. EE_1 – площина екватора, PP_1 – полярна вісь, а P_1 і P – полюси. Для показу довготи точки A дана площина меридіана цієї точки PBP_1 , а також, площина меридіана PSP_1 , прийнятого за початковий. Кут BOC , рівний λ , є довготою точки A . Для показу широти точки A проведена нормаль AO_1 , що лежить у площині її меридіана. З площиною екватора ця нормаль утворить кут $AaB = \varphi$. Він і є широтою точки A .

Отже, географічною широтою даної точки називається кут між проведеною з її нормаллю і площиною екватора, а її географічною довготою називається двогранний кут між площинами початкового меридіана і меридіана даної точки.

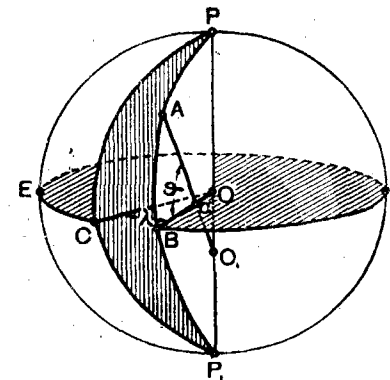


Рис. 5.1. Географічні координати: широта (φ) і довгота (λ) на земному еліпсоїді.

Розміри земного еліпсоїда і його положення стосовно геоїду можуть бути різними. Це положення визначають, зокрема, тим, що в якій-небудь точці, що називають початком координат, сполучають нормаль зі стрімкою лінією, перпендикулярною до поверхні геоїда. У різних країнах по-різному вирішували і вирішують ці питання. Тим самим, одержують різні координати пунктів опорної геодезичної мережі, з нанесення яких і починається побудова карти і від який залежить планове (у горизонтальному напрямку) положення всіх зображуваних на карті точок.

Географічні координати точок на глобусі визначають так само, як і на топографічній карті, причому звертають увагу на те, через скільки градусів проведені паралелі та меридіани. Як правило, на глобусах паралелі проводять через 10° , меридіани через 10° або 15° , а лінійна довжина дуги 1° паралелі від екватора до полюса зменшується пропорційно $\cos \varphi$ (косинусу широти), довжина 1° меридіана постійна.

Масштаб географічних карт

✎ **Масштаб** – це відношення довжини ліній на карті (або плані) до довжини горизонтальної проекції відповідної лінії на поверхні земного еліпсоїда.

На топографічних планах і картах сферичність Землі практично не позначається. Їх масштаб постійний.

На дрібномасштабних географічних картах, де зображаються великі території, виникають спотворення.

Справа в тому, що при перенесенні зображення з сферичної поверхні Землі виникають розриви (рис. 5.2 а). Складаючи карту дрібного масштабу, їх треба уникнути. Для цього зображення в одних місцях розтягують, а в інших стискають.

У результаті отримують карту, на якій величина паралелей буде різною на різних широтах. Проте вздовж паралелей 45° (рис. 5.2 б) зберігся масштаб глобуса, тобто головний масштаб. Уздовж екватора масштаб став меншим від головного. На широтах, де були розриви, масштаб по паралелях став більшим від головного, і тим більшим, чим ближче до полюса. Точка полюса – стала нескінченністю. Уздовж меридіанів головний масштаб зберігся. Через те частина материків, островів, океанів тощо між паралелями 45° (у тому числі уся Африка) зображається різною мірою стиснутими із заходу на схід, а ті, що знаходяться на високих широтах (у тому числі Гренландія), – розтягнутими у такому ж напрямі. Отже, їх форма спотворена і масштаби зображень різні. Ці масштаби називаються окремими.

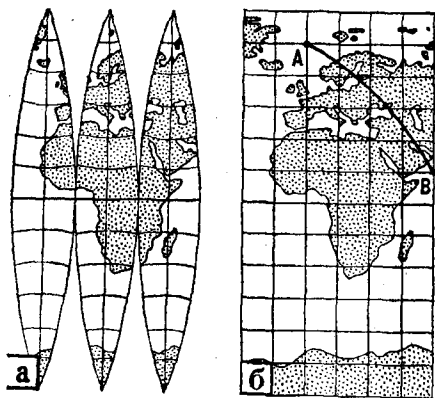


Рис. 5.2. Особливості перенесення зображення з сферичної поверхні на географічну карту.

Окремий масштаб – це відношення нескінченно малого відрізка на карті (на площині) до відповідного відрізка на поверхні еліпсоїда.

По лінії AB (рис. 5.2 б), що перетинає градусну сітку, масштаб безперервно змінюватиметься.

Відношення довжини відрізка AB до горизонтальної проекції відповідного відрізка на місцевості буде його середнім масштабом. Ним

можна користуватися для визначення довжини ліній окремих відрізків під час роботи з картами.

На географічних картах звичайно вказується головний числовий масштаб.

Для зручності на дрібномасштабних картах, як і на топографічних, вміщують, крім числового, іменованний масштаб (наприклад, в 1 см — 10 км) та лінійний. Проте останній креслять на картах, якщо відхилення окремих масштабів від головного невеликі.

Поряд з масштабом довжин користуються масштабом площ. Він визначається як відношення нескінченно малої площі на карті до відповідної площі на поверхні еліпсоїда. У рівновеликих проекціях та проекціях топографічних і оглядово-топографічних карт масштаб площ дорівнює квадрату головного масштабу довжин.

Картографічні проекції. Перенесення сферичної поверхні глобуса на площину

Під час розгортання сферичної поверхні еліпсоїда на площину порушується безперервність зображення, за винятком при екваторіальній частини (рис. 5.3).

Над розробленням математичного способу переходу від сферичного відтворення земної поверхні до площинного працювали вчені з давніх часів.

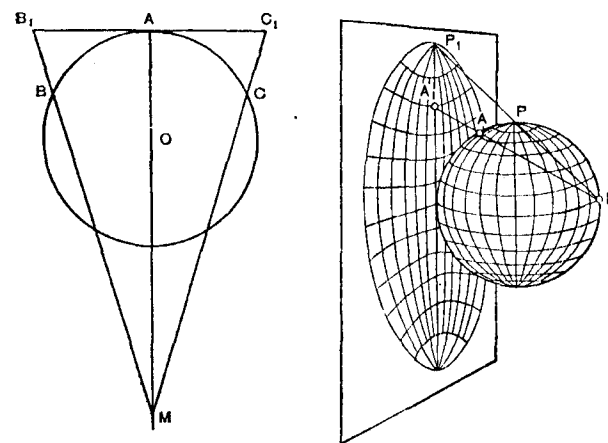


Рис. 5.3. Розгортання сферичної поверхні еліпсоїда на площину.

Так, у Греції з VI ст. до н. е. для побудови карт зоряного неба почали застосовувати метод перспективи. Землю приймали за кулю і всі точки її поверхні переносили на дотичну або січну площину по прямих "променях" з однієї точки. Наприклад (рис. 5.3), точки B і C по прямих лініях, проведених з точки M , переносили на дотичну поверхню у точки B_1 та C_1 . Пізніше перспективним методом була створена поперечна стереографічна проекція.

У II ст. до н. е. Клавдій Птоломей та Маріан Гірський запропонували при побудові карт використовувати допоміжні геометричні фігури, поверхню яких можна розгорнути в площину, – бічні поверхні конуса або циліндра чи картинної площини. Такий спосіб називається геометричним.

З XVIII ст. для переходу від поверхні еліпсоїда до площини, поряд з геометричним способом, почали застосовувати аналітичний – встановлення аналітичної залежності між географічними координатами точок земного еліпсоїда та прямокутними координатами цих самих точок на площині. Такий математично визначений спосіб відтворення поверхні еліпсоїда на площині називається картографічною проекцією. Залежність між географічними координатами точок земного еліпсоїда та прямокутними координатами цих самих точок на площині виражається двома рівняннями:

$$X = f_1(\varphi, \lambda); \quad Y = f_2(\varphi, \lambda), \quad (5.1)$$

де f_1 і f_2 – функції незалежні, безперервні, однозначні і кінцеві.

Кількість функціональних залежностей, а отже, і проекцій, необмежена. Для кожного типу проекції розв'язують рівняння залежно від заданих умов.

Наприклад, для проекцій, в яких створюють карти Атлантичного та Північного Льодовитого океанів, ставиться вимога зберегти обриси океанів. Для складання стінних карт природних зон світу потрібна проекція, в якій збереглася б прямолінійність паралелей, що полегшує зорове сприймання особливостей широтного розміщення природних комплексів.

Таким чином, рівняння проекції визначає характер зображення, величину і розподіл спотворень у межах карти.

За пропозицією картографа М.А. Урмаєва перехід від поверхні еліпсоїда до площини аналітичним способом здійснюється ніби зворотним шляхом. За вихідні беруть характер зображення й бажаний розподіл спотворень, після чого визначають координати x і y у всіх вузлових точок (точок перетину меридіанів і паралелей).

У наш час для вибору й обчислень картографічних проекцій використовують електронно-обчислювальну техніку та спеціальну літературу з докладними довідковими даними про проекції та інші елементи математичної основи карт.

Класифікація картографічних проекцій

Картографічні проекції групують за характером мінімальних спотворень, що виникають при переході від сферичного зображення території до площинного, та видом меридіанів і паралелей нормальної сітки.

За характером зведених до мінімуму спотворень, картографічні проекції поділяють на рівновеликі, рівнокутні та довільні. З числа довільних деякі автори виділяють рівно проміжні, в яких головний масштаб зберігається в одному напрямі, наприклад вздовж меридіана чи паралелі.

Картографічні проекції, в яких площі географічних об'єктів на карті пропорційні відповідним площам на земній поверхні, називаються рівновеликими. Їх ще називають рівно площинними або еквівалентними.

Масштаб площ (P) у рівновеликих проекціях завжди постійний і дебільшого дорівнює 1. Це означає, що площа будь-якої фігури на кулі (рис. 5.4 а) дорівнюватиме такій самій площі в масштабі карти (вигнутість еліпсів спотворень різна, а площа однакова)

$$P = mn \cdot \sin \theta = ab = 1 \quad (5.2)$$

де a, b – масштаби у головних напрямках;
 m, n – масштаби у меридіанах і паралелях;
 θ – кут між паралелями і меридіанами.

Картографічні проекції, в яких зберігаються кути між будь-якими напрямками на карті й на земній поверхні, називаються рівнокутними.

У зв'язку з тим, що в рівнокутних проекціях масштаб у кожній точці постійний в усіх напрямках, але змінюється від точки до точки, площі в них спотворюються, а обриси фігур в основному зберігаються. Еліпси спотворень мають форму кола (рис. 5.4 б).

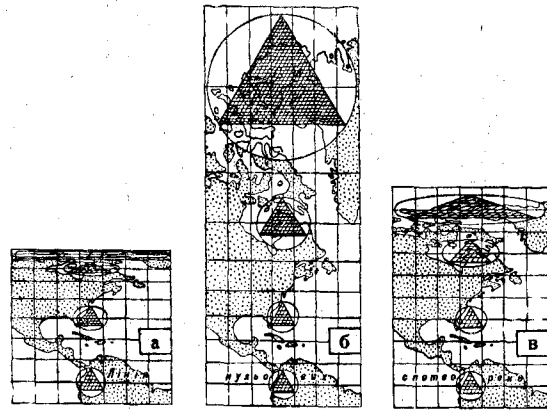


Рис. 5.4. Види картографічних проєкцій.

Виділяють також проєкції, які не зберігають ні площі, ні кутів. Це довільні проєкції. Співвідношення спотворень площі і кутів у них може бути різним не тільки на різних картах, а й у межах однієї карти.

Серед цих проєкцій є такі, в усіх точках яких масштаб в одному з напрямів (по меридіанах чи паралелях) постійний і дорівнює головному (рис. 5.4 в). Називають їх рівно проміжними.

Характерною особливістю рівновеликих, рівнокутних та рівно проміжних картографічних проєкцій є те, що в них співвідношення різних видів спотворень в усіх точках карти постійне.

За видом допоміжної геометричної поверхні, яку використовують для побудови проєкцій, їх поділяють на азимутальні, циліндричні й конічні.

Проекції, при створенні яких осі циліндра й конуса суміщаються з полярною віссю земної кулі, а картинна площина розміщується дотично до точки полюса, називаються нормальними або прямими. Нормальну азимутальну проєкцію називають ще полярною.

За видом нормальної сітки виділяють також проєкції:

- *псевдоциліндричні*, в яких паралелі – прямі, а меридіани – криві, симетричні до середнього прямолінійного меридіана;
- *псевдоконічні*, де паралелі – дуги концентричних кіл, а меридіани – криві, симетричні відносно середнього прямолінійного меридіана;
- *поліконічні*, паралелі яких – дуги ексцентричних кіл з центрами на середньому прямому меридіані, а меридіани – криві, симетричні відносно середнього меридіана.

За способом орієнтування допоміжної геометричної поверхні, крім нормальних, для циліндричних і азимутальних проєкцій виділяють також поперечні (екваторіальні) картографічні сітки, коли вісь циліндра лежить у площині екватора, а площина дотикається до кулі в одній з точок екватора та косі, коли вісь циліндра чи конуса утворює з полярною віссю гострий кут, а площина дотикається до кулі в якій-небудь точці між полюсом та екватором.

Рамки і komponування карт

На карті, як площинній моделі Землі, крім власне картографічного зображення місцевості, є ще низка елементів, які в тій чи іншій мірі доповнюють основне зображення на карті. Це – рамки карти (рис. 5.5) та її умовні знаки (легенда).



Рис. 5.5. Рамки топографічної карти масштабу 1: 50 000.

Рамки карти часто складаються з сукупності ліній. Здебільшого виділяють три рамки:

- *внутрішня, або основна*, – безпосередньо обмежує картографічне зображення;
- *градусна, або минутна* – на великомасштабних картах складається з двох близько розташованих паралельних ліній. На ній показані виходи паралелей і меридіанів крім тих, що становлять картографічну сітку. Це дає змогу точніше визначити координати необхідних точок або наносити точки за даними координатами;

➤ *зовнішня* – це елемент для прикрашання карти, надання їй закінченого вигляду. На окремих дрібномасштабних картах градусної рамки немає. Іноді для економії паперу зображення доводять до обрізу карти.

5.3. Розграфлення і номенклатура топографічних карт

Топографічні карти великих територій складаються з великої кількості листів. Система ділення карт на окремі листи називається розграфленням. Кожен лист, обмежений відрізками паралелей і меридіанів, являє собою трапецію (оскільки меридіани сходяться до полюсів). Розміри листа по широті й довготі залежать від масштабу карти, тому що, чим крупніше масштаб, тим меншу площу можна зобразити на стандартному листі паперу.

Для встановлення місця (адреси) листів карт (іноді нараховують тисячі й десятки тисяч листів) застосовується особлива система позначень – номенклатура топографічних карт. Вона знаходиться в залежності від масштабу карти і географічного положення зображеної території.

В основу розграфки і номенклатури топографічних карт України покладені розграфка і номенклатура, прийняті для міжнародної карти світу масштабу 1:1 000 000.

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

Територія України розташована вся в північній півкулі, тому в нас позначка півкулі біля номенклатури аркушів не ставиться (N – північ або S – південь.), як це прийнято на міжнародній карті.

Розграфка на листи здійснюється по паралелях, що знаходяться одна від одної через 4° , і по меридіанах, проведених через 6° (рис. 5.6).

Чотирьохградусні смуги, укладені між двома сусідніми паралелями, називаються рядами і позначаються заголовними буквами латинського алфавіту, починаючи від екватора (до півночі й півдня). Ряд *A* обмежений екватором і паралеллю 4° , ряд *B* – паралелями 4° і 8° і т.д. Повних рядів у кожній півкулі 22, а на земній кулі – 44.

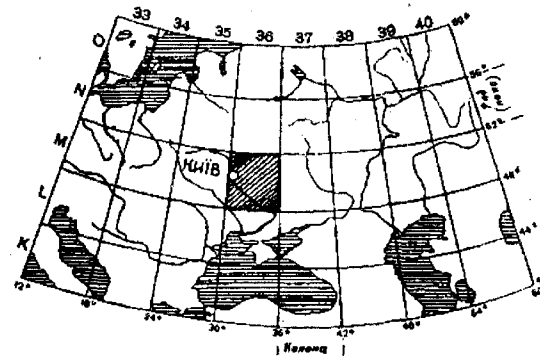


Рис. 5.6. Розграфлення і номенклатури аркушів карти масштабу 1:1 000 000 (для північної півкулі).
Заштриховано лист М-36.

Шестиградусні смуги між двома сусідніми меридіанами, називаються колонками і нумеруються арабськими цифрами з заходу на схід. Перша колонка обмежена меридіанами з довготою 180° і 174° західної довготи, друга колонка – 174° і 168° і т.д. Таким чином, Грінвічський меридіан (0°) розмежовує 30 і 31 колонки. Звідси зрозуміло, що всю земну поверхню покривають 60 колонок.

Позначення листа мільйонної карти складатиметься з букви ряду й номера колонки. Так, наприклад, трапеція, укладена між паралелями із широтою 48° і 52° п. ш. і між меридіанами з довготою 30° і 36° п. д., буде мати номенклатуру *M-36*, тому що вона знаходиться в 13 поясі (тринадцятою буквою є буква *M*) і в 36 колоні, обмеженої меридіанами 30° і 36° п. д. (рис. 5.6).

Вектаторіальних і помірних широтах території таких трапецій зручно розташовуються на листах паперу, однак по мірі наближення до полюсів колонки і, отже, трапеції помітно звужуються, що приводить до необхідності на широтах 60° ... 70° видавати листи зі здвосіми (12° по довготі), а на широтах 70° ... 80° навіть із зчетвереними (24° по довготі) трапеціями.

Розграфка листів карт більш великих масштабів будуватиметься так, що кожному листу карти масштабу 1:1 000 000 відповідає ціле число листів карт більших масштабів. Їхнє позначення утворені номенклатурою відповідного листа мільйонної карти з додатком українських букв і римських або арабських цифр.

Номенклатура кожного аркуша карти масштабу 1:500 000, 1:200 000 та 1:100 000 (рис. 5.7) складається з номенклатури аркуша карти масштабу 1:1 000 000, з додатком відповідної літери або цифри.

Зі збільшенням чисельного масштабу в 2 рази площа зображення збільшується в 4 рази. Унаслідок цього буде дуже важко показати на одному листі в масштабі 1:500 000 ту ж територію, що і на листі карти мільйонного масштабу.

В Україні прийнято територію, охоплену трапецією карти масштабу 1:1 000 000, поділяти середньою паралеллю і середнім меридіаном на 4 частини. Розміри отриманих трапецій 2° по широті і 3° по довготі. Листи позначають українськими заголовними буквами *А, Б, В, Г* (як показано

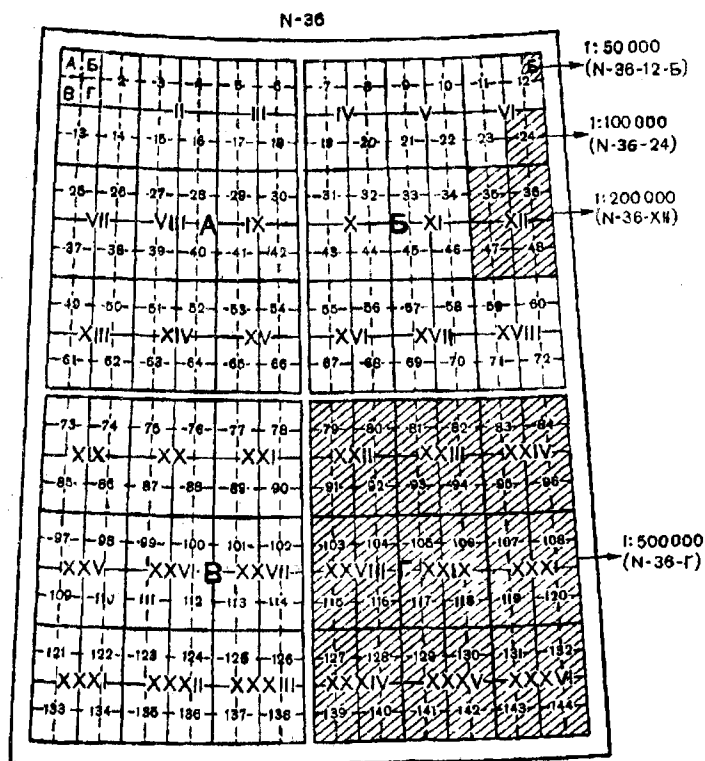


Рис. 5.7. Розграфлення і номенклатура аркушів карт масштабів 1:500 000, 1:200 000 і 1:100 000 на аркуші карти масштабу 1:1 000 000.

на рис. 5.8), а номенклатура кожного з них складається з номенклатури вихідного листа карти масштабу 1:1 000 000 і однієї з цих букв. Наприклад, на рис. 5.8 позначення заштрихованого листа буде N-36-A.

Трапеції карти масштабу 1:300 000 одержують шляхом поділу території трапеції мільйонної карти на 9 частин. Листи позначаються римськими цифрами I...IX, що пишуться перед номенклатурою вихідного мільйонного листа. Звідси одержимо, наприклад, позначення V-N-36.

Зі збільшенням масштабу до 1:200 000 відбувається подальше зменшення розмірів зображуваної території по широті і довготі. Для цього вихідну трапецію, що покривається листом мільйонної карти, розбивають

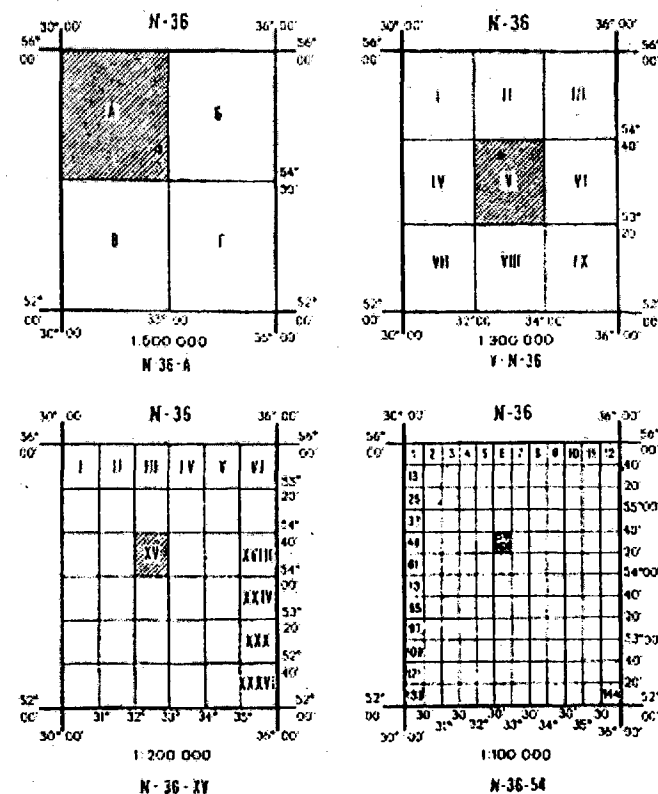


Рис. 5.8. Розподіл території, яка охоплена листом N-36 мільйонної карти, на трапеції листів карти масштабів 1:500 000, 1:200 000 і 1:100 000.

паралелями і меридіанами на 36 менших трапецій. Позначення аркушів цього масштабу складається з номенклатури вихідного листа карти масштабу 1:1 000 000 і римської цифри (I, II, ..., XXXVI). Так, на рис. 5.8 заштрихований лист *N-36-XV*. Розміри території по широті 40', по довготі 1°.

Трапеції карти масштабу 1:100 000 одержують шляхом розграфлення трапеції охопленої листом мільйонної карти, на 144 частині. При цьому меридіани проводять через 30', а паралелі через 20'. Ув'язнені в цих межах трапеції стотисячного масштабу нумеруються арабськими цифрами з ліва на право і зверху вниз, як показано на рис. 5.8. Позначення листа стотисячної карти має, наприклад, такий вид: *N-36-54*, де *N-36* номенклатура вихідного листа карти масштабу 1:1 000 000, а 54 – це номер листа стотисячної карти, розташованого на території зазначеної трапеції.

Трапеції карт масштабів крупніше 1:100 000 одержують шляхом поділу території, охопленої листом попереднього (більш дрібного) масштабу, на 4 частині. Таким чином, щоб одержати трапеції масштабу 1:50 000, територію, зображену на стотисячній карті, поділяють середньою паралеллю і середнім меридіаном на 4 частини і кожен частину позначають однією з букв *A, B, B, Г* українського алфавіту. Розміри такої трапеції 10' по широті і 15' по довготі. Приклад номенклатури листа карти цього масштабу *N-36-54-Г* (лист заштрихований на рис. 5.9 А).

Аналогічно одержують листи карти масштабу 1:25 000, виходячи з трапеції п'ятидесяти тисячного масштабу. Територію листа масштабу 1:50 000 поділяють на 4 частини і кожен чверть позначають однією з букв *a, б, в, г* українського алфавіту. Розміри трапеції – 5' по широті і 7,5' по довготі. Позначення листа карти масштабу 1:25 000 складається з номенклатури п'ятидесяти тисячного листа, у межах якого знаходиться трапеція даного двадцятип'яти тисячного листа і буквеного символу цієї трапеції. Так, лист, заштрихований на рис. 5.9 Б, буде мати номенклатуру *N-36-54-Г-а*.

Трапеції аркушів десяти тисячної карти одержують шляхом розподілу території, що покривається листом двадцятип'яти тисячної карти, середньою паралеллю і середнім меридіаном на 4 частині. Розміри кожної такої частини 2,5' по широті і 3,75' по довготі.

Позначивши нову трапецію однією з цифр 1, 2, 3, 4, додають це позначення до номенклатури того двадцятип'яти тисячного листа, у межах

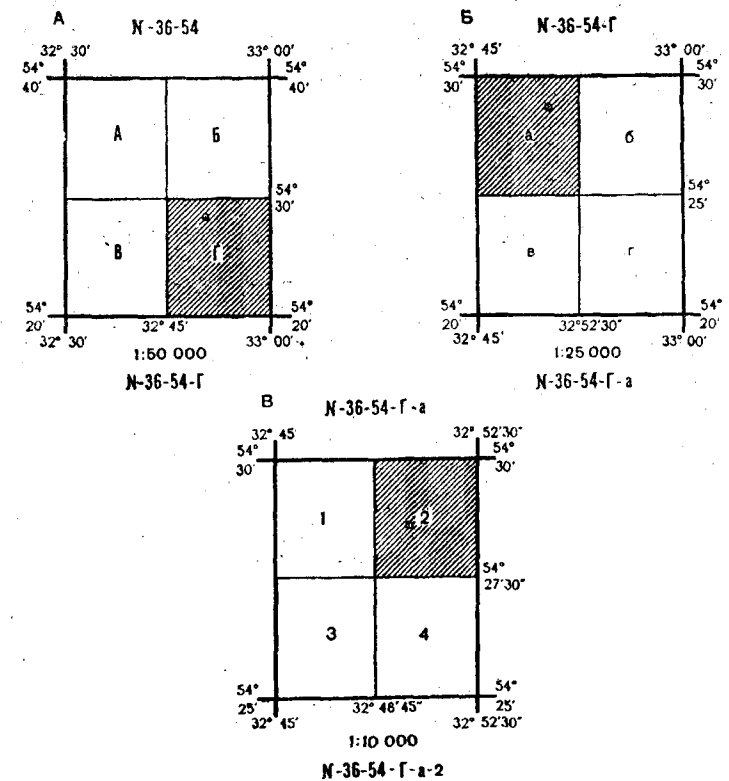


Рис. 5.9. Схема розподілу території, охопленої листом карти *N-36-54* масштабу 1:100 000, на трапеції аркушів карти масштабу 1:50 000 (А), 1:25 000 (Б) і 1:10 000 (В).

якого входить ця трапеція. Таким чином, лист, виділений штрихуванням на рис. 5.9 В, має номенклатуру *N-36-54-Г-а-2*.

Зі зміною масштабу карт відповідно міняються розміри зображуваної території, тобто розмір рамок листа карти по широті і довготі. Завдяки цьому лінійні розміри листів карт різних масштабів залишаються майже без змін.

Номенклатури аркушів, суміжних з даним листом, звичайно підписують на рамці карти з відповідної сторони.

У табл. 5.1 приведені дані про розграфку, номенклатуру і розміри листів оглядово-топографічних і топографічних карт України.

Таблиця 5.1.

Дані про розграфку, номенклатуру і розміри листів оглядово-топографічних і топографічних карт України

Масштаб карти	Отриманий від ділення трапеції	На скільки частин ділиться трапеція карти 1:1000000	Додаткові позначення листа	Приклад номенклатури	Розміри рамок		Площа території одного листа карти, км ²
					По широті	По довготі	
1:1 000 000		1	-	N-36	4°	6°	175104
1:500 000	1:1 000 000 на 4 частини	4	A, Б, В, Г	N-36-A	2°	3°	43776
1:200 000	1:1 000 000 на 36 частини	36	I, II, ..., XXXVI	N-36-XV	40'	60'	4864
1:300 000	1:1 000 000 на 9 частин	9	I, II, III, IX	II-N-36			
1:100 000	1:1 000 000 на 144 частини	144	1, 2, ..., 144	N-36-54	20'	30'	1216
1:50 000	1:100 000 на 4 частини	576	A, Б, В, Г	N-36-54-Г	10'	15'	306
1:25 000	1:50 000 на 4 частини	2304	a, б, в, г	N-36-54-Г-a	5'	7'30''	76
1:10 000	1:25 000 на 4 частини	9216	1, 2, 3, 4	N-36-54-Г-a-2	2'30''	3'45''	19

5.4. Картографічні умовні знаки

Елементи місцевості зображуються на топографічних картах у вигляді умовних знаків, знаючи які можна уявити характер і взаємне розташування місцевих предметів. Абсолютно всі об'єкти місцевості позначити неможливо, навіть на карті найбільшого масштабу. З метою підвищення наочності та читання топографічної карти, дрібні та незначні об'єкти на ній не позначаються.

Умовними знаками топографічних карт називається система графічних, літерних, цифрових та кольорових позначень, яка дозволяє зобразити місцевість на карті. До умовних знаків завжди висувалися серйозні вимоги, основними з яких є:

- *знаків не повинно бути багато, оскільки їх усі треба знати;*
- *знаки мають нагадувати об'єкт, який зображується;*
- *знаки мають бути досить простими для накреслення та запам'ятовування.*

Тому умовні знаки періодично змінюються. На даний час використовуються умовні знаки, прийняті у 1983 році. Умовні знаки стандартні і обов'язкові для всіх відомств та установ, що займаються створенням топографічних карт. На всіх топографічних картах умовні знаки одних і тих самих об'єктів загалом однакові й відрізняються тільки розмірами. Цим і забезпечується стандартність умовних знаків і полегшується читання карт різних масштабів.

Графічні умовні знаки поділяються на масштабні, поза масштабні, лінійні та пояснювальні.

Масштабні (контурні) умовні знаки застосовуються для зображення місцевих предметів, розміри яких виражені у масштабі карти і дозволяють визначити площу такого об'єкта (ліс, луг, чагарник, болото тощо). Зовнішні межі (контури) таких об'єктів позначаються на карті крапковим пунктиром, якщо вони не збігаються з лініями місцевості (дорогами, річками тощо).

До пояснювальних знаків належать ті, що вказують на рід рослинності, напрямок течії річок, глибину болота тощо.

Поза масштабні умовні знаки застосовуються для зображення об'єктів, розміри яких не можна показати у масштабі карти (багати, колодязі, пам'ятники, окремі дерева тощо), а, отже, не можна визначити

за картою шляхом вимірювань. Точне розташування цих предметів визначається головними точками (рис. 5.10), якими і користуються при визначенні координат, вимірюванні відстаней та вирішенні інших завдань.

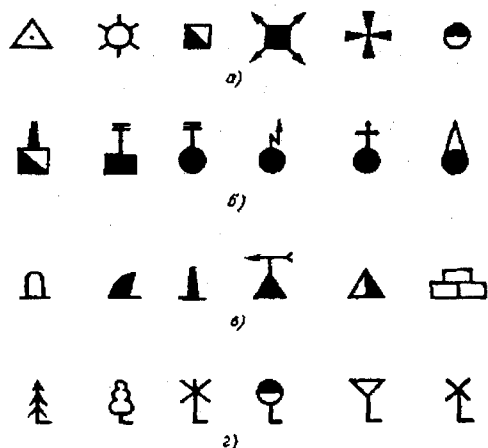


Рис. 5.10. Головні точки умовних знаків:

а) геометричний центр фігури; б) геометричний центр нижньої фігури; в) середина основи знака; г) вершина прямого кута основи знака.

Лінійними знаками позначаються об'єкти місцевості, у яких за картою можна вимірювати довжину, але не можна вимірювати ширину (дороги, канали, нафтопроводи, лінії електромереж тощо).

Крім графічних умовних знаків, якими позначаються місцеві предмети, для додаткової характеристики застосовуються повні й скорочені підписи та цифрові позначення.

Для підвищення наочності топографічні карти друкуються у кольорах, що відповідають забарвленню об'єктів місцевості: ліс – зеленим, гідрографія – синім, рельєф і піски – коричневим, щільно забудовані квартали населених пунктів та автошляхи з покриттям – жовтогарячим кольором.

5.5. Поняття про картографічну генералізацію

Картографічна, генералізація – це процеси відбору й узагальнення зображуваних на карті об'єктів відповідно призначенню й масштабу карти, а також особливостям території, що картографується. Відбір і узагальнення об'єктів картографування – два взаємозалежних і доповнюючих один одного процесу. Карта має обмежені графічні можливості в показі мінімальних розмірів окремих об'єктів, кількості їх на певній площі. Щоб не перетворити карту в зображення, що переповнене другорядними деталями, що утруднюють сприйняття її змісту, необхідно виявити те загальне, що дозволить поєднувати окремі об'єкти в групи по видовим, родовим і ін. ознакам, знайти в них найбільш істотні особливості. Цей процес здійснюється шляхом узагальнення якісних і кількісних характеристик об'єктів, що відображаються на карті, спрощення їхніх планових обрисів, відкидання дрібних несуттєвих деталей, збереження відмінних рис об'єктів і використання інших прийомів.

До факторів картографічної генералізації, відповідно до наведеного вище визначення, ставляться: призначення карти, її масштаб, особливості території, що картографується.

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

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

Масштаб, поряд із призначенням карти, визначає подробиці картографічного зображення. Наприклад, зображення площі в 1 км² на карті масштабу 1:25 000 займе 1600 мм², а в масштабі 1:1 000 000 – усього 1 мм². Звідси очевидна неможливість збереження, при зміні масштабу, всіх елементів зображення. Масштаб впливає також на геометричну точність картографічного зображення. Від нього багато чому залежить ступінь узагальнення кількісних і якісних характеристик зображених на карті об'єктів. Він робить необхідним перехід від показу індивідуальних ознак об'єктів до показу їх видової приналежності. Зміна масштабу приводить до зміни виду умовних знаків зображення.

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

З урахуванням вимог картографічної генералізації розробляються умовні знаки карт. Вони передбачають можливість показу об'єктів і в планових обрисах, і поза масштабом, їхню класифікацію по істотних ознаках, значенню для місцевості й інших особливостей.

5.6. Зміст топографічної карти

5.6.1. Фізико-географічні елементи

До фізико-географічних елементів, насамперед, відносять рельєф. Як важливий компонент географічного середовища, він впливає на клімат, гідрографію, рослинність. Від рельєфу значною мірою залежать розміщення населених пунктів, господарське освоєння території, розвиток шляхів сполучення та прохідність місцевості.

Форми рельєфу мають такі основні орографічні лінії: вододіли, тальвеги, брівки та підосви. Орографічні лінії становлять скелет рельєфу і створюють уявлення про ступінь його розчленованості.

Рельєф, як поєднання нерівностей земної поверхні, що мають просторові об'ємні форми і розміри, тривимірний.

Топографічна карта – двовимірна, проте вона має забезпечити тривимірне уявлення про місцевість і давати змогу визначити абсолютну й відносну висоти предметів і точок місцевості. Крім того, карта має бути джерелом визначення видів і планових розмірів форм рельєфу, їх зорієнтованості, взаємного розміщення й доступності, ступеня розчленованості земної поверхні, форми, крутості й протяжності схилів, глибини врізаності долин річок, балок, ярів, прохідності місцевості.

На топографічних картах рельєф зображають горизонталями, тобто замкнутими лініями, що проходять через точки місцевості з однаковою абсолютною висотою.

Якщо всі горизонталі спроектувати в напрямі важеля на рівневу поверхню і зобразити у заданому масштабі на карті, то дістанемо зображення горба у вигляді системи горизонталей.

Горизонталі мають такі властивості:

➤ *усі їх точки мають однакову абсолютну висоту, яка відрізняється від висоти точок сусідньої горизонталі на висоту перерізу рельєфу;*

➤ *усі горизонталі, що замикаються в межах листа карти, позначають підвищення чи улоговину, які виділяють підписами відміток і бергштрихами;*

➤ *чим більше горизонталей на схилі, тим він вищий. Отже, за кількістю горизонталей можна визначити перевищення одних точок місцевості над іншими;*

➤ *чим ближче горизонталі розміщені одна від одної, тим схил крутіший (тим більший кут нахилу місцевості). Отже, за величиною закладання (за відстанню між горизонталями) можна визначити крутість схилу в градусній мірі;*

➤ *найкоротша відстань між двома горизонталями – перпендикуляр до них, що відповідає напрямку найбільшої крутості. Отже, напрям схилу в кожній його точці перпендикулярний до горизонталей;*

➤ *вододільні лінії та осі дощовин перетинаються горизонталями під прямим кутом;*

➤ *горизонталі на карті не перетинаються (за винятком зображення найбільшого уступу) і зберігають подібність відповідних їм ліній на місцевості, утворених у результаті уявного перерізу рельєфу площинами. Отже, горизонталі на карті точно передають форми рельєфу та їх розміщення і поєднання.*

Горизонталі на картах, проведені через нормальні висоти перерізу, називаються основними або суцільними і позначаються суцільною лінією коричневого кольору. При нормальній висоті перерізу важливі подробиці рельєфу не відтворюються, тому що знаходяться між січними площинами. У цьому разі на карті проводять половинні горизонталі (напівгоризонталі) через половину основної висоти перерізу пунктирними лініями з довжиною рисочок 4...5 мм і відстанню між рисочками 1...2 мм. Якщо потрібні подробиці рельєфу не можуть зображуватися

основними, застосовують допоміжні горизонталі, які проводять також пунктирними лініями, тільки з коротшими рисочками, ніж у половинних.

Для зручності відлічування і визначення відміток (висот) горизонталей на картах кожен п'яту основну горизонталь проводять товстішою лінією коричневого кольору. Такі горизонталі називаються потовщеними.

На картах масштабу 1:10 000 потовщені горизонталі проводять через висоту перерізу 10 м, тобто потовщується кожна четверта основна горизонталь.

На оглядово-топографічних картах масштабів 1:500 000 і 1:1 000 000 рельєф, крім горизонталей, зображають відміркою.

Висоту основних і потовщених горизонталей підписують цифрами коричневого кольору. Цифри пишуть так, щоб їх верх був спрямований у бік збільшення висоти.

Скелі, урвища, круті схили ярів, ями, кургани тощо, зображають спеціальними умовними знаками, які в поєднанні з горизонталями точно передають особливості рельєфу місцевості.

Крім горизонталей, рельєф на картах зображають відмітками абсолютних висот характерних точок рельєфу – вершин гір чи горбів, дна улоговин, сідловин, тальвегів, перегинів схилів. Позначають їх арабськими цифрами біля характерної точки з точністю до 0,1 м. У поєднанні з горизонталями, відмітки висот полегшують визначення за картою напрямів схилів, перевищень тощо.

На топографічних картах зображають усі елементи гідрографії. Узбережжя і берегову лінію морів, озер, водосховищ наносять з максимальною повнотою і точністю, допустимою у масштабі карти. Берегова лінія морів на карті відповідає найвищому рівню води (під час припливу). Берегова лінія озер, річок та інших природних і штучних водойм відповідає лінії урізу води під час межені.

Лінія урізу води – це лінія, що обмежує поверхню води.

Межень – найнижчий рівень води у річках, коли ширина і швидкість течії річки найменші.

Відмітки урізів води річок, озер, внутрішніх морів позначають синім кружком і підписують цифрами синього кольору з точністю до 0,1 м. Відмітки урізів води відкритих морів не підписують, вважаючи, що вони знаходяться на рівні океану, тобто мають відмітку 0 м. На картах позначають також середню величину припливу і припливно-відпливні смуги.

Річки зображають синьою лінією на картах у масштабах 1:25 000 і 1:50 000 при ширині, меншій за 5 м, та на карті 1:100 000 при ширині річки, меншій за 10 м. Річки й канали зображають, відтворюючи особливості та прохідність річкових русел і заплав: швидкість течії, глибину і ширину, властивості бродів, типи берегів тощо.

Колодязі та джерела докладно показують на картах у безводній степовій та пустинній місцевості. В інших районах їх наносять поза населеними пунктами. Позначають також ті колодязі та джерела, які мають значення орієнтирів.

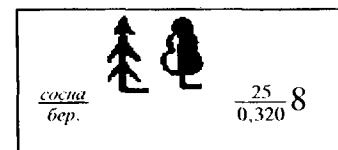
На топографічних картах наносять рослинність: деревину (ліси, гаї, окремі дерева), чагарникову, трав'яну, мохову та лишайникову.

Крім того, умовними знаками позначають культурні насадження: сади, виноградники, різні плантації, деревну рослинність висотою понад 4 м і з зімкненням крон дерев (площі проєкції крон) понад 20% відносно всієї площі лісу. Рослини, нижчі від 4 м – молода поросль. Культурні насадження зафарбовують зеленим кольором, світлішим, ніж ліс.

Ліси на картах виділяють фоном зеленого кольору, за винятком галявин і ділянок рідколісся, горілого, сухостійного та вирубаного лісу.

Породний склад дерев показують відповідним умовним знаком (хвойного чи листяного) всередині контуру лісу та пояснювальним підписом про переважаючу породу. Праворуч від знака – кількісна характеристика лісу в метрах – дріб, у чисельнику якого середня висота дерева, у знаменнику – середня товщина стовбурів дерев на висоті грудей людини. Ціле число – середня відстань між деревами.

Наприклад, підпис



означає що ліс змішаний, у ньому переважають хвойні породи дерев (сосна), з листяних – береза, середня висота дерев – 25 м, середня товщина (на рівні грудей) – 30 см, а середня відстань між стовбурами дерев – 8 м.

Якщо площа лісу на карті займає менш як 2 см, її кількісної характеристики не показують. Низькорослий ліс з деревами висотою

менш як 4 м, буреломи та суцільні зарості чагарнику виділяють зеленим кольором світлішого тону, ніж ліс.

Породи чагарників (колючий чагарник, саксаул, бамбук, тощо) показують відповідними умовними знаками, розміщеними рівномірно на всій площі, зайнятій чагарником.

Трав'яну рослинність на картах показують, виділяючи степову і лучну. Умовними знаками позначають комишеві й очеретяні зарості та високу трав'яну рослинність (вищу за 1 м).

Мохову і лишайникову рослинність зображають загальним умовним знаком.

На топографічних картах виділяють також характерну поверхню: піски, голечники, кам'янисту чи глинисту поверхню (такири), солончаки тощо. Окремими умовними знаками показують горбисту, купинясту та полігональну поверхню (поверхня ділянки тундри або високогірні ділянки, вкриті вузькими тріщинами та нагромадженням кам'яних уламків, що утворюють багатокутники (чи полігони) розміром до кількох метрів у поперечнику).

Болота поділяють за ступенем прохідності на прохідні і непрохідні (у тому числі труднопрохідні), за характером трав'яного покриву – на трав'янисті, мохові та очеретові.

5.6.2. Населенні пункти

Найдокладніше й найточніше на картах масштабу 1:10 000 і 1:25 000 показують населені пункти, їх класифікують за кількістю населення і політико-адміністративним значенням.

На карті вміщують офіційні назви населених пунктів. Розмір і накреслення букв (шрифт) свідчать про тип, політико-адміністративне значення та кількість жителів. Назви міст з кількістю населення понад 50 000 мешканців наносять прямим жирним шрифтом з підсічками, менш як 50 000 мешканців – напівжирним прямим шрифтом без виділення заголовних букв. Назви селищ міського типу підписують напівжирним скісним управо шрифтом без виділення заголовної букви; селища сільського і дачного типів – прямим напівжирним шрифтом з виділенням заголовних букв.

Під назвою сільських населених пунктів позначають кількість будинків, а якщо це районний центр, то ставлять символи *РР* (районна рада) і *СР*

(селищна рада). Населеність селищ сільського типу дається вказівкою кількості дворів під власною назвою.

На картах масштабів 1:10 000, 1:25 000 і 1:50 000 виділяють квартали з більшістю вогнетривких будівель (цегляних, кам'яних) та з більшістю не вогнетривких (дерев'яних, саманових, валькованих). Кwartали з вогнетривкими будівлями зафарбовують оранжевим кольором, а з не вогнетривкими – жовтим.

На картах меншого масштабу всі квартали зафарбовують чорним кольором.

На топографічних великомасштабних картах (1:10 000, 1:25 000) зображають усі населені пункти з докладним відтворенням планування кварталів, парків, садів, площ, скверів, вулиць і навіть окремих будинків. Виділяють головні будівлі, вокзали, промислові об'єкти, школи, установи зв'язку, лікарні тощо. Для правильного відтворення структури й планування населених пунктів головні вулиці показують трохи ширшими, ніж другорядні.

5.6.3. Промислові, сільськогосподарські та соціально-культурні об'єкти

Промислові об'єкти – заводи, фабрики, шахти, електростанції, нафтові й газові свердловини, відкриті розробки корисних копалин, водонапірні башти, лінії електромереж, нафто- і газопроводи, склади тощо залежно від їх розмірів зображають масштабними (контурними) або поза масштабними умовними знаками. Біля багатьох промислових об'єктів ставлять пояснювальні підписи, які доповнюють якісну характеристику об'єкта.

Наприклад, біля умовного знака діючої вугільної шахти ставлять скорочений підпис «шах. вуг.», газової свердловини – «газ.» Підпис «шкір.» біля умовного знака промислового підприємства означає, що це шкіряний завод.

Сільськогосподарські об'єкти, як і промислові, позначають поза масштабними (контурами) або масштабними умовними знаками та підписами залежно від площі, яку вони займають на карті, і масштабу карти.

Соціально-культурні об'єкти – школи, лікарні, санаторії, дитячі садки, обсерваторії, вузи, метеостанції, спортивні споруди, пам'ятники,

історичні місця тощо – позначають відповідними умовними знаками та скороченими підписами.

Установи зв'язку (телефонні і радіотелеграфні станції), радіостанції, радіотелевізійні щогли, лінії зв'язку в населених пунктах не зображають. Проте знак поряд з числом будинків вказує на наявність у населеному пункті таких установ.

Шляхи сполучення. Залізничні зображають докладно, особливо на картах масштабів 1:10 000 і 1:25 000. Вказують, зокрема, кількість колій: одно-, дво-, триколіїні зображають відповідною кількістю коротких штрихів поперек умовного знака залізничні. Якщо залізниця електрифікована, то на одному з коротких штрихів на кінці вміщують рисочку під прямим кутом.

Залізничні станції, не виражені в масштабі карти, позначають прямокутником, усередині якого креслять чорний прямокутник меншого розміру, що означає вокзал, тобто головний станційний будинок. Якщо вокзал знаходиться зліва від залізничних колій, то чорний прямокутник креслять зліва від умовного знака станції, якщо посеред колій, то в центрі умовного знака, якщо вправо від колій, то справа від умовного знака станції. Якщо станція знаходиться в населеному пункті й має однакову з ним назву, то її не пишуть, а лише підкреслюють тонкою лінією назву населеного пункту.

Обов'язково наносять водонапірні башти, семафори й світлофори, що мають значення орієнтирів, усі тунелі, мости й труби під залізничним полотном для стоку води. Насипи і виїмки позначають на картах, якщо висота їх чи глибина 1 м і більше. Трамвайні колії наносять поза межами міста.

Автостради, шосе та поліпшені дороги наносять усі, незалежно від густоти шляхової мережі. На картах масштабу 1:100 000 наносять ґрунтові (польові) дороги (в обжитих і густонаселених районах), обсаджені деревами і якими найшвидше дібратися від одного населеного пункту до іншого.

У районах із слаборозвинутою шляховою мережею та в лісових районах зображають усі ґрунтові дороги. В пустинних і тяжко-прохідних районах наносять усі пішохідні стежки.

Уздовж умовного знака автостради чи шосе підписують їх характеристику – ширину проїжджої частини в метрах, ширину всього полотна (від канави до канави), матеріал покриття.

Наприклад, 10(16) *А*. Буква – матеріал покриття (*А* – асфальт, *Бр* – брушатка, *К* – колоте каміння, *Кл* – клинкер, *Г* – гравій, *Щ* – щебін, *Шл* – шлак).

На автогужових дорогах наносять усі мости й труби для стоку води. Біля умовного знака моста підписують його характеристику у вигляді дробу: чисельник – довжина і ширина моста, знаменник – вантажо-підйомність у тоннах. Буква перед дробом – матеріал покриття (*Д* – дерев'яний, *К* – кам'яний, *М* – металевий, *ЗБ* – залізобетонний). Іноді перед дробом ставлять цифру. Вона означає висоту моста над водою в метрах.

На картах масштабу 1:10 000 і 1:25 000 показують усі кілометрові стовпи. Цифра біля умовного знака кілометрового стовпа означає кількість кілометрів, вказану на стовпі. На картах дрібнішого масштабу їх вказують тільки в районах, бідних на орієнтири.

На всіх топографічних картах спеціальними умовними знаками зображають ділянки шосе з крутістю підйому (спуску) більш як 5°, повороти з радіусом дуги менш як 25 м, а також труднопрохідні ділянки.

5.6.4. Кордони та межі

На топографічних картах наносять державні кордони, кордони республік, областей, а також, адміністративних одиниць 1-го порядку на іноземній території.

Кордони проводять пунктирними лініями різного малюнку й розміру, а деякі з них – у поєднанні з крапками. На ділянках, де збігаються 2...3 кордони, показують один – вищої адміністративної одиниці.

Лінійними умовними знаками показують межі державних заповідників, кам'яні, цегляні та глинобитні стіни, металеві огорожі, дамби та штучні вали.

5.6.5. Геодезичні пункти

Усі види геодезичних пунктів (астрономічні, триангуляційні, полігонометричні, нівелірні), як вихідні під час топографічних знімань та інших вимірювань, а також як орієнтири, наносити на топографічні карти треба дуже точно (точність до 0,1 м).

Крім геодезичних пунктів, на картах зображають місцеві предмети, які добре помітні, тому становлять собою надійні орієнтири. Це – високі споруди баштового типу, заводські труби, телевізійні вежі, радіощогли, кургани, терикони, пам'ятники, окремі дерева, високі будинки, а також котурні точки і предмети, які, хоч і не височать над землею поверхнею, проте тривалий час не змінюють свого положення і добре помітні, – перехрестя доріг, повороти каналів, річок та струмків, перехрестя головних вулиць у населених пунктах, чітко виражені кути контурів.

Місцеві предмети – орієнтири наносять на карти з точністю не більш як 0,2 мм; під час нанесення інших об'єктів допускаються помилки до 1 мм.

5.7. Повнота, вірогідність і точність топографічних карт.

Точність вимірів по картах

Повнота змісту карт забезпечується дотриманням інструктивних вказівок по їхньому створенню, а *вірогідність* – методами створення, які забезпечують одержання необхідних даних безпосередньо на місцевості або за допомогою фотозображення. Кількість відомостей, переданих картою, їхня подробиця визначаються в основному масштабом і діючими умовними знаками.

Пояснимо це на прикладі зображення населених пунктів на топографічних картах різних масштабів. Форма й розміри окремих будов, ширина вулиць на картах крупніше масштабу 1:10 000 передаються у своїх планових обрисах. У більше дрібних масштабах ширина вулиць поступово збільшується, спрощуються обриси будов. Подальше зменшення розмірів поселень приводить до об'єднання окремих будов у квартали, показу тільки головних вулиць і проїздів. На великомасштабних картах будови класифікуються на житлові й нежитлові, вогнестійкі й не вогнестійкі. Як правило, на картах масштабу 1:100 000 і крупніше показуються всі населені пункти, на картах більше дрібних масштабів неминуха генералізація кількості зображуваних поселень.

Точність (геометрична точність) топографічних карт визначається їхнім масштабом, ступенем генералізації зображення. Істотний вплив на точність роблять можливості зорового сприйняття графічних елементів карти. Відомо, що 0,1 мм – це найменша графічна побудова,

що сприймає око людини у вигляді крапки. Щоб побудова сприймалася відрізком його мінімальна довжина повинна бути рівною 0,2 мм. Горизонтальне проложення на місцевості, що відповідає 0,1 мм на карті називають *точністю (граничною точністю) масштабу карти*. Ця точність характеризує граничні можливості карти даного масштабу в передачі розмірів і форми об'єктів місцевості. Наприклад, для карти масштабу 1:10 000 точність масштабу становить 1 м, а для карти масштабу 1:100 000 – вже 10 м. Таким чином, чим дрібніше масштаб карти, тим більше проявляється протиріччя між вимогами точності карт і їхньою географічною відповідністю. Наприклад, полотно залізниці шириною 6 м зображується на карті масштабу 1:100 000 знаком товщиною 0,6 мм, що відповідає 60 м на місцевості. У зв'язку із цим зображення об'єктів, розташованих уздовж залізниці, практично зрушені убік від осі умовного знака дороги, тобто зберігається географічна відповідність, але порушується геометрична точність карти. Для збереження географічної відповідності карти при переході до більше дрібних масштабів зображення, площинні знаки в необхідних випадках замінюються позамасштабними.

Точність карт визначається також точністю, зображення на них окремих об'єктів. Із граничною точністю наносяться на карту опорні пункти. Погрішності в нанесенні об'єктів і контурів місцевості із чіткими межами (окремі будинки, забори й ін.) щодо найближчих опорних пунктів не перевищують 0,5 мм для рівнинної території й 0,7 мм для гірської. Нечіткі контури (межі рослинного покриву або ґрунтів, елементи рельєфу) показуються з меншою точністю. Точність положення горизонталей на карті залежить від особливостей рельєфу місцевості й прийнятої висоти перетину. Зі збільшенням висоти перетину зменшується детальність зображення рельєфу, горизонталі передають деякі узагальнені його характеристики. Середні погрішності в їхньому положенні досягають 1/4–1/2 прийнятої висоти перетину для рівнинних районів і збільшуються в 2...3 рази для гірських.

Варто пам'ятати також, що по карті вимірюються горизонтальні проложення відстаней на місцевості, тому одержувані дані, як правило, трохи менше дійсних.

Точність карт (планів) визначає, в основному, *точність вимірів по картах*. Крім цього, на точність вимірів впливають можливості

застосовуваних вимірювальних приладів і пристосувань (їхня точність), стан паперової основи (наявність згинів, деформації аркушів).

5.8. Спеціальні карти та плани міст

Спеціальні карти та плани міст призначені для інформування про сучасний стан місцевості та її зміни у відповідному районі, а також про інші спеціальні дані, які необхідні для планування, організації і виконання завдань.

Спеціальні карти та плани міст відрізняються від топографічних карт додатковими даними про місцевість та іншою інформацією, яка необхідна зацікавленим користувачам.

На спеціальних картах, залежно від їх призначення, відображаються:

- зміни місцевості, які відбулися в результаті сезонних і погодних явищ (дощів, наводків, снігопаду, заморозків);
- астрономо-геодезичні та гравіметричні дані;
- додаткові детальні характеристики об'єктів або ділянок місцевості, які мають важливе значення.

До спеціальних карт висуваються наступні вимоги:

- інформація про місцевість повинна бути повною, вірогідною і точною;
- спеціальні відомості повинні бути викладені у формі, зручній для використання;
- результати змін повинні поступати своєчасно, для того, щоб отримані відомості повністю використати при вирішенні завдань.

Спеціальні карти розподіляють на дві основні групи. До першої групи відносяться спеціальні карти, які виготовляють завчасно, а до другої групи – спеціальні карти, які виготовляють у ході відповідних подій або під час підготовки до них.

Основними спеціальними картами, які виготовляють завчасно, є: оглядово-географічні, бланкові, аеронавігаційні, рельєфні, карти шляхів сполучення, карти геодезичних даних і багато інших. Всі ці карти створюються за класичними для цих видів карт технологіями. На сьогодні, розвинуті держави світу приділяють значну увагу створенню цифрових карт, виготовлення яких потребує передових досягнень науки і найсучасніших технологій. Тому вивчення спеціальних карт розпочнемо

з цифрових карт, а основні вимоги до них, принципи створення цифрової картографічної інформації і можливі напрямки її застосування розглянемо більш детально.

Цифрова карта – це систематизований запис у цифровій формі на машинному носіїв змісту топографічної карти, тобто просторових координат об'єктів місцевості, їх кодів та характеристик, визначених за єдиною системою класифікації і кодування картографічної інформації у заданій проекції, системі координат і висот, а також у прийнятому для топографічних карт розграфленні на номенклатурні аркуші.

Основою для формування цифрових карт є цифрова картографічна інформація.

Цифрові карти повинні відповідати наступним вимогам:

⇒ *створюватися з розподілом інформації на номенклатурні аркуші, які покривають місцевість у рамках аркушів топографічних карт масштабів 1:25 000...1:1 000 000;*

⇒ *створюватися у системі координат 1942 року, в рівнокутній поперечно-циліндричній проекції Гауса;*

⇒ *забезпечувати можливість машинного визначення даних про розташування об'єктів та їх характеристик;*

⇒ *давати можливість отримувати цифрові значення кількісних і якісних характеристик та кодів об'єктів у єдиній системі класифікації та кодування картографічної інформації;*

⇒ *мати таку класифікацію об'єктів та елементів місцевості, яка відповідала б класифікації, що прийнята для топографічних карт масштабів 1:25 000...1:1 000 000;*

⇒ *структура представлення інформації цифрових карт повинна забезпечити можливість внесення змін та доповнень без погіршення точності даних, які вже є;*

⇒ *мати таку структуру представлення інформації цифрових карт, щоб з них була можливість виділити незалежні моделі наступних елементів карти: елементів математичної основи; рельєфу місцевості; гідрографії; населених пунктів; промислових та соціально-культурних об'єктів; ґрунтово-рослинного покриву тощо.*

Основні принципи створення цифрової картографічної інформації базуються на видах інформації про місцевість, що використовувалися до наступного часу.

Основними видами інформації про місцевість є картографічні матеріали та матеріали аерофотокосмічної зйомки.

Створення цифрової картографічної інформації за картографічними матеріалами може виконуватися за дигітайзерною або сканерно-векторною технологіями, які можуть бути застосовані як окремі закінчені технології, так і сукупні (частина цифрової картографічної інформації створюється за дигітайзерною технологією, а частина – за сканерно-векторною). Основною для створення цифрової картографічної інформації за картографічними матеріалами є копії з топографічних карт.

Створення цифрової картографічної інформації за матеріалами аерофотокосмічної зйомки може виконуватися на аналітичних фотограмметричних приладах або за сканерно-векторною обробкою аерофотокосмічних знімків. Основою для створення цифрової картографічної інформації за цією технологією є матеріали аерофотокосмічної зйомки.

У зв'язку з розвитком нової техніки та створенням нових технологій у сфері геодезичних робіт, збір цифрової картографічної інформації виконується за допомогою електронних тахеометрів або приймачів GPS.

У розвинутих країнах світу цифрова картографічна інформація використовується в наступних напрямках:

- у навігації – для керування повітроплаванням і судноплавством;
- у топографічному аналізі місцевості – для топографічного моделювання місцевості;
- у моніторингу довкілля – для контролю навколишнього середовища;
- для планування, розміщення і обліку засобів обслуговування;
- для вивчення водних ресурсів і лісового господарства;
- у розвідці – для боротьби з тероризмом, аналізу критичних зв'язків, проведення оборонних досліджень, спостереження за виробництвом та випробуванням озброєння.

Висновки спеціалістів свідчать про те, що об'єм використання цифрової картографічної інформації у вирішенні відповідних завдань складає близько 80%, отже, навіть стисло розглянуті напрямки використання цифрових карт дають змогу зробити висновок про те, що майбутнє топографії і картографії – у всебічному застосуванні цифрових карт.

Оглядово-географічні карти призначені для вивчення фізико-географічних умов окремих районів і видаються в масштабах 1:500 000; 1:1 000 000; 1:2 500 000; 1:5 000 000; 1:10 000 000. Карти мають стандартні

розміри аркушів: 80 на 90 см по внутрішній рамці. Загальне навантаження змісту цих карт менше, ніж на топографічних картах.

Бланкові карти призначені для виготовлення інформаційних та інших документів. За змістом вони є копіями топографічних або оглядово-географічних карт відповідних масштабів, але друкуються меншою кількістю фарб ослаблених тонів або лише однією фарбою.

Аеронавігаційні карти призначені для підготовки і навігаційного забезпечення польотів авіації. На цих картах більш наочно зображаються об'єкти та елементи місцевості, які для авіації є надійними орієнтирами або перешкодами в польоті. Карти видаються в масштабах 1:2 000 000 і 1:4 000 000.

Рельєфні карти виготовляють найчастіше на гірські райони в масштабах 1:500 000 та 1:1 000 000. Карты призначені для поглибленого вивчення та оцінки рельєфу місцевості і забезпечення польотів авіації. Ці карти дають більш наочне об'ємне зображення рельєфу у порівнянні з картографічним зображенням інших елементів місцевості.

Карты шляхів сполучення масштабів 1:500 000 та 1:1 000 000 призначені для планування і здійснення перевезень пасажирів і вантажів. Ці карти мають більш детальні технічні та експлуатаційні характеристики мережі доріг у порівнянні з топографічними картами відповідних масштабів.

Карты геодезичних даних призначені для швидкого і більш точного визначення координат об'єктів. Координати точок для цих карт визначають за великомасштабними картами, планами або фотограмметричними методами, які забезпечують необхідну точність. Для друкування спеціальних даних використовують топографічні карти відповідних масштабів.

Плани міст складають у масштабах 1:10 000 або 1:25 000 на територію міст, важливих залізничних вузлів та інших важливих населених пунктів та їх околиць. Вони призначені для детального вивчення міст і підходів до них, орієнтування, виконання точних вимірів і розрахунків при організації і веденні відповідних робіт.

На планах міст точно відображені місцезнаходження, стан, контури і характер споруд, а також приміської місцевості. Вони дозволяють швидко виявити найважливіші об'єкти і орієнтири міста, магістральні вулиці, перешкоди у передмісті.

Плани міст забезпечують наочне відображення розпланування і забудови міста, надійне орієнтування в них, швидке визначення координат і висот точок, отримання необхідних якісних і кількісних характеристик об'єктів.

Для більш повного і швидкого вивчення плану міста, складають довідку, список назв вулиць і площ, підписаних на плані, перелік виділених на плані важливих об'єктів, які розміщують урізками на ділянках, вільних від зображення міста і важливих об'єктів або видають окремим додатком до плану.

5.9. Топографічні карти шельфу

Топографічні карти шельфу є продовженням топографічних карт суші. На них докладно зображуються характерні риси ландшафтів і результати господарського засвоєння берегової зони, дна й покриваючих вод мілководної прибережної частини морів і океанів. Виходячи із вимог, що висуваються до цих карт, можна дати їм наступне визначення: топографічна карта шельфу – це докладна карта берегової зони, дна й покриваючих вод шельфу, що дозволяє визначати як планове, так і висотне положення точок.

Одна з основних умов, при створенні карт шельфу, – погодженість по змісту, оформленню й точності з картами суші. Тому вони складаються в проекції Гауса (рівнокутної поперечно-циліндричної), мають єдині системи координат і висот, розграфлення й номенклатури аркушів.

Масштабний ряд карт і планів шельфу – від 1:2 000 до 1:1 000 000.

До топографічних карт шельфу пред'являється ще одна вимога – вони повинні бути погоджені з навігаційними морськими картами, створюваними для обслуговування транспортного руху в морях і океанах. Це дозволяє використовувати обидва види карт спільно.

Поява карт шельфу пов'язана з інтенсивним розвитком пошуку, розвідки й експлуатації корисних копалин на шельфі, створенням і експлуатацією підводних промислових плантацій по розведенню морських рослин і тварин і ін. У зв'язку із цим виникає необхідність залучення карт при проектуванні, будівництві й експлуатації розвіданих багатств шельфу, будівництву різних гідротехнічних споруд у береговій зоні, з одного боку, і, з іншого, при рішенні завдань захисту берегів від

руйнування, викликуваного порушенням природної рівноваги внаслідок антропогенної діяльності людини. Докладні карти шельфу необхідні також у науково-дослідних роботах з використання природних ресурсів акваторії й берегової зони.

Зміст карт становлять: опорні пункти, характеристика берегової зони й суші в межах аркуша, рельєфу дна і його ґрунтів (донних відкладень), донних рослин і тварин (бентосу). Показуються також різні інженерно-технічні споруди, елементи гідрології (приливно-відливні або місцеві плинні, виходи прісноводних ключів і ін.), кордони (державні, рибальських зон, морських заповідників і ін.), місця виходу нафти, газу й ін.

Для зображення перерахованих об'єктів застосовуються умовні знаки топографічних карт суші (для надводних ділянок) і навігаційних морських карт (для водної поверхні), які при необхідності доповнюються спеціальними умовними знаками. Рельєф дна зображується горизонталями з висотою перетину від 0,5 до 100 м, залежно від характеру розчленованості дна й масштабу зображення. Додатковими знаками відзначаються брівки, уступи, камені, скелі й інші елементи, що не виражаються горизонталями. Широко використовуються літерні позначення для вказівки видових розходжень донних рослин і тварин.

5.10. Підготовка карти до роботи

Підготовка карти до роботи складається з ознайомлення з картою, склеювання її аркушів і складання склейки.

Ознайомлення з картою полягає у з'ясуванні її основних характеристик, графічної точності, детальності і сучасності, а також в ознайомленні з додатковими відомостями, які містяться в оформленні поза рамкою. Всі ці відомості наведені в табл. 5.2.

Оскільки висота перерізу рельєфу, рік видання, поправка на пряму для всіх аркушів карти різні і при склеюванні можуть бути обрізані або заклесні, їх доцільніше записати на зворотній стороні кожного аркуша карти. Крім цього, при використанні карт, які знаходяться на стику координатних зон, необхідно встановити, сіткою якої з зон треба користуватися, і при необхідності нанести її на всі аркуші карт.

Для склеювання карт першочергово складається за номенклатурами аркушів схема склейки. Підібрані аркуші карт розкладаються на столі і

Таблиця 5.2

Елемент оцінки	Що встановити?
Масштаб	Величину масштабу, точність визначення за картою відстаней і прямокутних координат, як проведена і оцифрована координатна сітка
Висота перерізу рельєфу	Висоту перерізу, її стандартність, точність визначення за картою абсолютних та відносних висот, детальність зображення рельєфу
Номер і рік видання карти	Номер і рік видання карти, в яких умовних знаках вона видана, чи потрібно вивчати особливості цих знаків
Рік зйомки (оновлення)	Ступінь відповідності карти місцевості в цілому і за топографічними елементами (ступінь застаріlosti карти)
Поправка напрямку	Величину і знак поправки, як переходити від магнітного азимута до дирекційного кута і навпаки

обрізаються гострим ножом або лезом чітко по внутрішній рамці східні (праворуч) межі, крім крайніх справа, і південні, крім аркушів нижнього ряду (рис. 5.11).

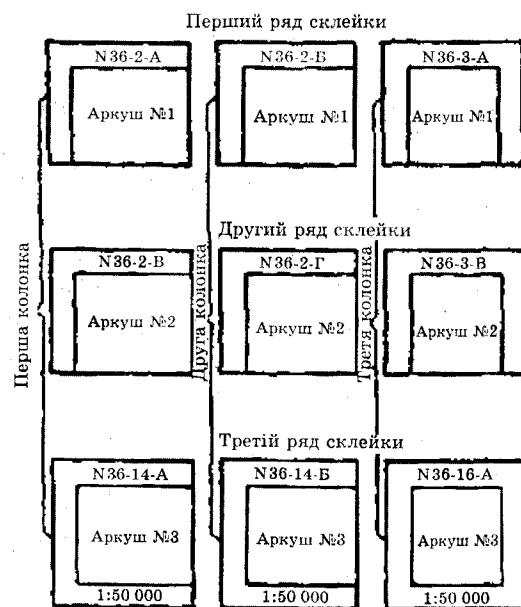


Рис. 5.11. Підготовка аркушів карт до склеювання.

Склеюють аркуші карт за колонами або рядами в тому напрямку, де смуга буде коротшою, а потім склеюють між собою колони або ряди. Склеювання аркушів у колонах починають знизу, а в рядах – справа, точно з'єднуючи при цьому їх рамки, а також виходи ліній координатної сітки і контури (рис. 5.12). Не рекомендується робити склейку більше, ніж з 9...12 аркушів, тому що нею важко користуватися і вона швидко виходить з ладу.

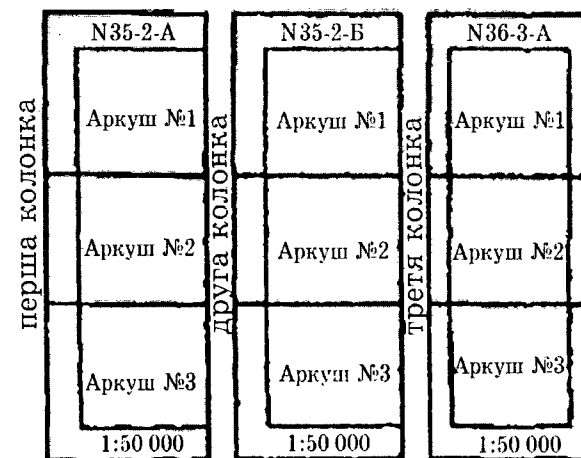


Рис. 5.12. Склеювання аркушів карт.

Складання карт.

При роботі в приміщенні карта, як правило, складається за форматом стандартного аркуша паперу або за розміром папки для зберігання карти. При роботі в полі карта першочергово складається із збереженням орієнтування, смугою в напрямку території, де необхідно вирішувати завдання або маршруту руху, а вже смуга складається «гармошкою» за форматом папки для роботи в польових умовах.

Розділ 6

ДЕРЖАВНА ГЕОДЕЗИЧНА І НІВЕЛІРНА МЕРЕЖІ

□ *План (логіка) викладу і засвоєння матеріалу:*

- 6.1. *Поняття про геодезичні мережі.*
- 6.2. *Державна геодезична мережа України.*
- 6.3. *Державна нівелірна мережа України.*

6.1. Поняття про геодезичні мережі

У процесі вивчення розмірів і фігури Землі, на її поверхні закріплюються точки (пункти), положення яких обчислене в загальній системі координат. Сукупність таких пунктів складає геодезичну мережу.

Геодезична мережа створюється, насамперед, на території окремих держав, де вона є основою (опорою) для проведення топографічних зйомок. Тому такі мережі називаються, також, опорними, а пункти у її складі – опорними пунктами.

Розрізняють:

- ⇒ *планові геодезичні мережі* (якщо для складових їхніх пунктів визначене планове положення на земній поверхні);
- ⇒ *висотні геодезичні мережі* (якщо визначені значення висоти пунктів над вихідною поверхнею);
- ⇒ *планово-висотні геодезичні мережі* (пункти мережі мають як планові, так і висотні координати).

Сучасний розвиток науки й техніки сприяє впровадженню нових методів визначення координат геодезичних пунктів, дозволяє зв'язувати в одну систему геодезичні мережі різних материків. Тим самим усуваються розходження в системах координат різних країн, і відпадає необхідність переобчислення координат пунктів з однієї системи в іншу при роботах планетарного масштабу.

6.2. Державна геодезична мережа України

На місцевості часто доводиться бачити дерев'яні чи металеві споруди чотирикутні піраміди, розташовані на підчищеннях. Це опорні геодезичні пункти єдиної Державної геодезичної мережі України, названі так тому, що становлять опору (вихідний початок) топографічних зніманих і геодезичних вимірювань. Ці пункти, закріплені на місцевості й відмічені як довгочасні будови.

Опорні пункти геодезичної мережі бувають трьох видів:

⇒ *планові* – з визначеними точними координатами в системі географічних координат (φ , λ) і в системі зональних прямокутних координат Гауса (x , y);

⇒ *висотні* (репери і марки) – з точними відмітками (висотами, визначеними відносно нуля Кронштадтського футштока);

⇒ *висотно-планові* – з точними координатами і відмітками. Ці пункти (точки) розташовують (будують) на місцевості за заздалегідь складеним планом на відстані 5-10-25 км один від одного, залежно, від класу мережі і закритості місцевості (лісова, степова, тощо).

Державна опорна геодезична мережа створюється методами триангуляції, полігонометрії, трилатерації I, II, III і IV класів, які різняться між собою точністю вимірювання кутів і ліній, довжиною сторін і порядком їх розвитку.

Триангуляція

☞ *Триангуляція* (від лат. – *трикутник*) – це основний метод створення геодезичних пунктів за допомогою системи побудованих на земній поверхні трикутників із сторонами 5-10-20-25 км, у яких визначені кути та деякі із сторін.

Вершини трикутників представлені геодезичними пунктами, які закріплені підземними і наземними довгостроковими знаками і є опорними пунктами (точками) геодезичної мережі.

Для обчислення координат пунктів триангуляції (вершин трикутників), вимірюють з великою точністю одну сторону (базис) і азимут якогонебудь трикутника та всі кути (рис. 6.1). Довжини сторін останніх трикутників, тобто відстань між опорними пунктами, визначають за тригонометричними формулами. Такий метод (він називається

геодезичним) дає змогу встановити координати опорного пункту з точністю до $\pm 0,1$ м., тоді як астрономічним методом координати точки можна визначити з точністю до $\pm 10...15$ м.

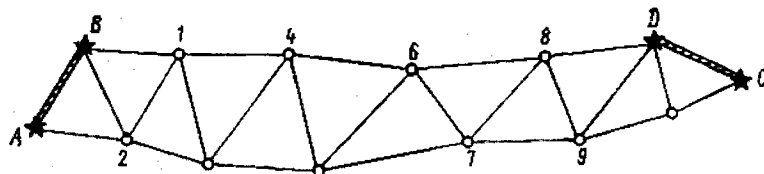


Рис. 6.1. Ланка триангуляції.

Триангуляція буває чотирьох класів. Полігони I класу заповнюють мережею триангуляції II, III і IV класів, унаслідок чого вся площа полігону I класу вкривається суцільною сіткою триангуляції.

Для триангуляційної мережі кожного з класів характерна певна довжина сторін трикутників і ступінь (клас) точності вимірювань кутів і відстаней.

Триангуляційну мережу першого класу будують у вигляді системи полігонів периметром 800...1000 км. Полігони складаються з ланок-ланцюжків трикутників (рис. 6.2.) довжиною до 200 км уздовж меридіанів і паралелей. Форма трикутників повинна бути близької до рівностороннього з довжиною сторони не менш 20 км. Чотирикутник *abcd* утворить базисну мережу – геодезичну будову, у якій виміряний базис *cd* і визначені всі кути при вершинах. По кутам і базису в кожному чотирикутнику визначаються довжини вихідних (або базисних) сторін (наприклад, *ab*). Вони необхідні для визначення всіх сторін ланцюжка трикутників з контролем. На кінцях базисних сторін розташовують пункти Лапласа, у яких астрономічним шляхом визначають широту, довготу й азимут.

Трикутники другого класу (на рис. 6.2, позначені кружками) заповнюють суцільною сіткою полігони першого класу. Довжини сторін трикутників другого класу 7...20 км.

Державні геодезичні мережі третього і четвертого класів (вершини позначені відповідно кружками з крапкою і зірочками (див. рис. 6.2), розташовують усередині трикутників другого класу.

Щоб видно було пункти триангуляції, вершини трикутників закріплюють на місцевості геодезичними (триангуляційними) знаками, які складаються

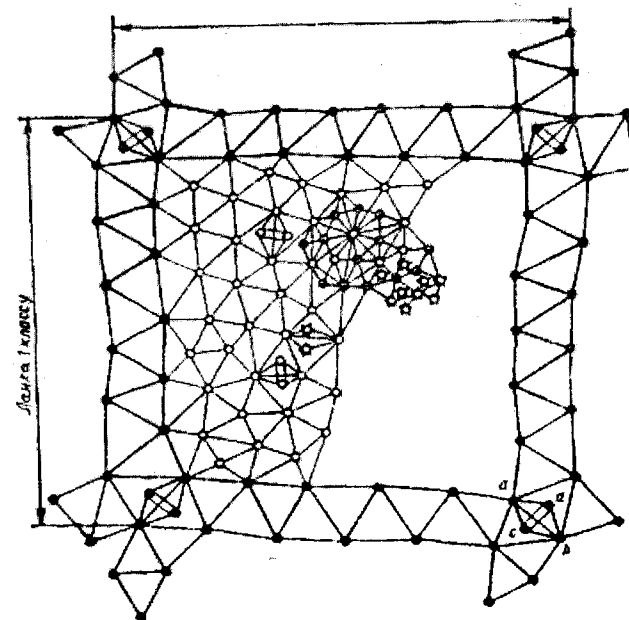


Рис. 6.2. Схема послідовності розвитку державної геодезичної мережі.

з двох основних частин: підземної – центра пункту; зовнішньої – геодезичного знака, встановленого над центром пункту.

Центри геодезичних пунктів (знаків) закладають у землю нижче від шару промерзання ґрунту. Це забезпечує незмінне положення самого геодезичного пункту, збереження його та нерухомість точок (центрів марок). Типи центрів, які закладають у землю, залежать від фізико-географічних умов району, складу ґрунту та глибини його промерзання. Їх виготовлюють з бетону чи металевих труб, заповнених бетонним розчином.

У бетонні блоки чи труби закладають спеціальні чавунні марки з напівсферичною головою. У їх центрі міститься отвір або взаємно перпендикулярні рисочки, точка перетину яких і є точкою, до якої зводять (прив'язують) усі кутові й лінійні вимірювання. Координати її визначають.

У конструкцію центра закладають дві марки: одна в основу, друга у верхній блок. Вісі марок центра мають знаходитися на одній прямовисній лінії.

Споруджений центр засипають землею. Щоб швидко знайти марку, зверху ставлять розпізнавальний стовп загальною довжиною 70 см так, щоб він піднімався над землею на 10 см.

Для взаємної видимості пунктів тріангуляції над центром споруджують геодезичні знаки трьох типів:

➤ *прості піраміди висотою 10 м з візуальним циліндром зверху, на який наводять топографічний прилад;*

➤ *прості сигнали висотою до 15 м, які складаються з двох пірамід. Зверху на зовнішній піраміді є візуальний циліндр і майданчик для спостереження. Внутрішня піраміда служить штативом і зверху закінчується столиком, на який встановлюють топографічний прилад;*

➤ *складні сигнали висотою до 50 м для збільшення дальності видимості інших геодезичних знаків.*

Загальний устрій геодезичного знаку та зображення пунктів геодезичної мережі на карті подано на рис. 6.3

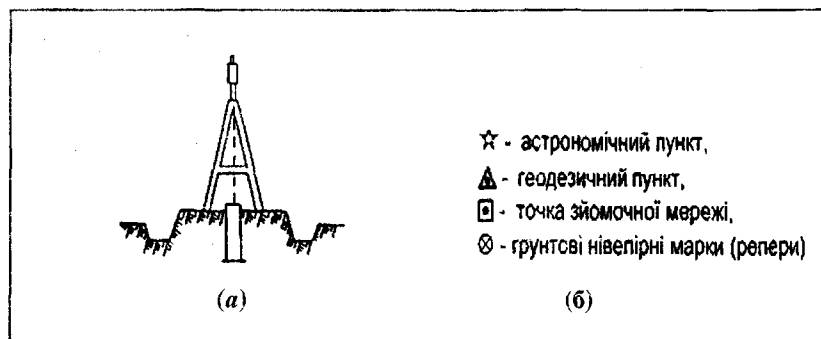


Рис. 6.3. (а) геодезичний знак (піраміда),
(б) зображення пунктів на картах.

На закритій місцевості (залісній, гористій) застосовують метод полігонометрії, тому що спорудження надто високих тріангуляційних знаків дорого коштує і технічно важке.

Полігонометрія

☞ **Полігонометрія** – система прокладених на місцевості ходів у вигляді ламаних ліній, точки зламів яких закріплені і є опорними пунктами Державної геодезичної мережі.

Системою полігонометричних ходів створюються полігони (багатокутники). У кожному полігоні вимірюють довжини сторін і кути між ними. Координати опорних пунктів (вершини полігонів) обчислюють за вимірними величинами. На місцевості пункти позначають знаками висотою 4...6 м і підземними центрами.

У великих містах знаки встановлюють на дахах будинків. Для згущення точок знімальної мережі, полігонометричні ходи розбивають уздовж вулиць. Тому в містах, на перехрестях доріг, можна побачити невеликі металеві круги. Це кришки підземних полігонометричних знаків. На тротуарах зустрічаються також головки металевих стержнів, що виступають над поверхнею на 0,5...1 см. Так виглядають центри знімальних ходів, прокладених від полігонометричних знаків для знімання будинків, дворів та провулків.

У 50...60-х роках 20 сторіччя було розроблено нові способи високоточних визначень відстаней електронно-оптичними далекомірами, геодезичними радіодалекомірами і телурометрами, завдяки чому процес вимірювання відстаней значно спростився. Виходячи з цього, і опорні геодезичні мережі почали створювати новим методом – трилатерацією (від грецьк. *trias* – триєдність і лат. *latus* – сторона).

Трилатерація

☞ **Трилатерація** – метод побудови опорної геодезичної мережі з трикутників за схемою, яка подібна до тріангуляції, але відрізняється від неї тим, що в трикутниках вимірюють геодезичними радіодалекомірами всі сторони і за тригонометричними формулами визначають координати вершин трикутників, тобто координати пунктів Державної геодезичної мережі.

Вибір методу побудови мережі визначається економічною і технічною доцільністю.

Державна геодезична мережа першого і другого класів, якою на сьогодні ми користуємося, створена методами тріангуляції і полігонометрії і призначається для наукових досліджень, пов'язаних з визначенням фігури і розмірів Землі як планети, для поширення єдиної системи координат на всю територію країни. Вона є основою для розвитку мережі нижчих класів.

Геодезичні мережі згущення

Геодезичні мережі згущення створюють при недостатній для наступних робіт щільності пунктів державної мережі. По точності і послідовності розвитку вони поділяються на перший та другий розряди і створюються методами полігонометрії і триангуляції.

Знімальні геодезичні мережі заповнюють мережу згущення і будуються у виді теодолітних ходів, різних зарубок і нескладних триангуляційних побудов.

На ділянках площею до 1 км² і при відсутності даних про державні геодезичні мережі та мережі згущення, знімальні мережі можуть створюватися як самостійні (місцеві) геодезичні мережі.

6.3. Державна нівелірна мережа України

Визначення висоти точок місцевості зводиться до встановлення перевишень Δh між вихідною (початковою) точкою і тими, які визначаються. Сукупність вимірювальних дій щодо визначення висотних характеристик елементів досліджуваної місцевості називається нівелюванням.

Розрізняють декілька основних методів нівелювання:

- ⇒ *геометричне*;
- ⇒ *тригонометричне*;
- ⇒ *фізичне* (його різновидами є барометричне, гідростатичне, механічне й аерорадіонівелювання).

☞ **Державна нівелірна мережа України** – це головна висотна основа топографічного знімання і геодезичних вимірювань для потреб економіки і оборони країни.

Державна нівелірна мережа створюється методом геометричного нівелювання з початком відліку від нуля Кронштадтського футштока. Вона включає нівелірні мережі I, II, III і IV класів і технічне нівелювання.

Нівелірна мережа I і II класів – головна висотна основа, що створює єдину систему висот на всій території України. Вона призначена для рішення таких задач, як вивчення сучасних вертикальних рухів земної кори і рухів, обумовлених сейсмічною діяльністю Землі, визначення різниці висот морів і океанів; вивчення фігури фізичної поверхні Землі в результаті визначення відстаней від рівневих поверхонь, що проходять через точки фізичної поверхні Землі, до обраної поверхні відносності –

еліпсоїда. Лінії нівелювання I і II класів прокладають уздовж узбереж морів і океанів, великих озер і рік, шосейних доріг державного значення і залізниць.

Нівелірна мережа I класу будується у вигляді полігонів з периметром 3000...4000 км, зв'язаних між собою у загальну систему. Точність нівелювання I класу складає $\pm 0,5$ мм на 1 км ходу. Нівелювання повторюють по тим же лініям через кожні 25 років.

Нівелірна мережа II класу складається з ходів і полігонів, що спираються на реperi нівелювання I класу. Периметри полігонів досягають 500...600 км. Припустимо не ув'язування в ходах нівелювання II класу визначаються за формулою

$$f_h = 5 \text{ мм} \cdot \sqrt{L} \quad (6.1)$$

де L – довжина ходу або периметр полігона (у км).

Нівелірні мережі III і IV класів призначені для забезпечення висотним обґрунтуванням топографічних зйомок усіх масштабів і рішення низки інженерних задач. Ці мережі прокладають усередині полігонів вищих класів. Згущення мереж роблять за принципом переходу від загального до часткового: перший клас згущають другим, другий – третім, а третій – четвертим.

Лінії нівелювання всіх класів закріплюють на місцевості постійними знаками не рідше ніж через 5 км. Постійні нівелірні знаки бувають декількох типів: ґрунтовий репер, скельний репер, стінний репер (стінна марка). На вузлових пунктах ліній нівелювання I і II класів, а також поблизу рівневих станцій і основних водомірних постів закладають фундаментальні реperi. У лінії II, III і IV класів включають тимчасові знаки, що є висотною основою при топографічній зйомці. Кожен нівелірний знак має свій індивідуальний номер, що не повторюється на даній лінії.

Стисла характеристика нівелірних знаків

Кронштадтський футшток – це мідна пластина у бронзовій рамі, закріплена до стояка моста через обвідний канал у Кронштадті, з написом «Вихідний пункт нівелювальної мережі». Нуль Кронштадтського футштока (точніше горизонтальна риска на мідній пластинці, що збігається із середнім багаторічним рівнем Балтійського моря у Кронштадті), прийнятий в СРСР, а зараз і в Україні за початок відліку

абсолютної висоти місцевості.

Фундаментальні репери I і II типів складаються з чотиригранної бетонної зрізаної піраміди, сполученої з якорем. Установлюють їх на нівелірних лініях через 50...80 км у вузлових точках. Марки закладають у верхню частину пілона і в якір збоку. Зверху репер засипають землею.

Грунтові репери розміщують через 5...7 км на нівелірних лініях усіх класів.

Стінні репери й марки вмонтовують у фундаменти і стіни великих кам'яних будинків, водонапірних башт тощо у населених пунктах та на залізничних станціях.

Нівелірні мережі III класу будують у вигляді окремих ходів і систем, що утворюють 6...9 полігонів усередині полігона II класу. Граничний периметр – 150...200 км, а в районах топографічних зйомок масштабу 1:5000 і крупніше – 60 км. Граничні не ув'язання в ходах і полігонах визначають за формулою

$$f_h = 10 \text{ мм} \cdot \sqrt{L} \quad (6.2)$$

Нівелювання IV класу виконують у вигляді ходів і полігонів, периметр яких не перевищує 50 км. Припустиме не ув'язання ходу або полігона не повинно перевищувати по абсолютній величині:

$$f_h = 20 \text{ мм} \cdot \sqrt{L} \quad (6.3)$$

Подальше згущення нівелірної мережі I, II, III і IV класів виконують геометричним (технічним) або тригонометричним нівелюванням. Технічне нівелювання виконують у вигляді окремих ходів або мереж, які повинні спиратися на вихідні репери і марки. Граничне не ув'язання ходу або полігона визначають за формулою

$$f_h = 50 \text{ мм} \cdot \sqrt{L} \quad (6.4)$$

У процесі технічного нівелювання попутно нівелюють окремі стійкі по висоті предмети місцевості: голівки рейок, кришки колодязів, а також відмітки дна балок і ярів, урізи води. Усі ці точки включають у хід в якості проміжних.

Розділ 7

РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ПО ТОПОГРАФІЧНИМ КАРТАМ

□ **План (логіка) викладу і засвоєння матеріалу:**

7.1. Аналіз топографічних карт.

7.1.1. Аналіз і оцінка топографічної карти.

7.1.2. Читання карти та інші види її використання.

7.2. Визначення географічних та прямокутних координат.

7.2.1. Визначення прямокутних координат за топографічною картою та нанесення об'єктів на карту за координатами.

7.2.2. Географічні координати та їх визначення за топографічною картою. Нанесення об'єктів на карту за відомими географічними координатами.

7.3. Вимір відстаней.

7.4. Визначення площ.

7.5. Визначення азимутів та дирекційних кутів.

7.6. Визначення кількісних характеристик рельєфу.

7.6.1. Побудова профілю місцевості за картою.

7.6.2. Визначення форми схилів за топографічною картою.

7.7. Рух на місцевості за топографічною картою.

7.1. Аналіз топографічних карт

7.1.1. Аналіз і оцінка топографічної карти

Виявлення характерних рис карти дає можливість оцінити придатність її використання для рішення якої-небудь конкретної задачі. З цією метою карта попередньо піддається аналізу й оцінці.

Аналіз карти – це процес всебічного розгляду її елементів і властивостей з метою з'ясування ступеня придатності карти до використання з конкретною метою (науково-дослідною, освітньою, практичною та ін.).

Оцінка карти здійснюється на підставі її аналізу і є висновком про якість карти, тобто ступеня задоволення вимог споживачів карти (відповідності цільовому призначенню).

Основні напрямки аналізу якості карти і критерії її оцінки наступні: сучасність, наукова обґрунтованість, фахова спрямованість, повнота, детальність і ймовірність змісту (ступінь відповідності дійсності), доцільність вибору елементів математичної основи, способів картографічного зображення й оснащення, правильність генералізації, досконалість застосованих засобів оформлення (загальна наочність карти, розрізнення позначень, логічні зв'язки знаків, загальне географічне навантаження), геометрична точність положення точок, ліній, контурів.

Аналіз карти включає наступні відомості:

А. Вихідні відомості картографічного видання:

- заголовок (назва) карти;
- підзаголовні дані (відомості, що містять пояснення чи доповнення до заголовка, – зміст, призначення тощо);
- вихідні дані (місце і рік видання, назва видавництва, найменування організації, від імені якої випускається карта);
- особливості оформлення (зокрема, кількість фарб, використаних при печаті).

Б. Математична основа:

- масштаб карти, що аналізується;
- картографічна проекція – її властивості по способу побудови і характеру перекручувань; розміщення ліній чи точок нульових перекручувань; величина; напрямок і розподіл перекручувань; їхні екстремальні значення;
- географічна доцільність вибору проекції (цілісність зображення території, вид картографічної сітки й ін.).

В. Географічний зміст:

- *гідрографічні об'єкти*: види водяних об'єктів, класифікація по режиму, складу води, господарському значенню, характерні риси гідрографічної мережі, умовні позначки, що відбивають її особливості, характер і ступінь генералізації;
- *рельєф*: способи відображення, характерні риси кожного (якщо гіпсометричний, то встановити доцільність вибору ступіней шкали висот і глибин);
- *рослинність і ґрунти*: методи і засоби їхнього відображення, прийнята класифікація і система умовних знаків, характер і рівень генералізації;

• *соціально-економічні об'єкти*:

➤ населені пункти: їхня класифікація і генералізація по людності і адміністративній значимості; характерні риси розселення з урахуванням виробничо-функціональних особливостей кожного; положення щодо рельєфу і інших елементів місцевості;

➤ адміністративний розподіл: межі, центри й інші адміністративні дані, характерні риси їхнього добору і відображення;

➤ економіка і культура: типи об'єктів, способи їхнього картографічного зображення, особливостей розміщення, відображення стану і розвитку економічного потенціалу регіону (території);

➤ географія транспорту: види шляхів сполучення, особливості картографічного відображення сухопутного, морського й інших шляхів сполучення;

• *написи*: які категорії об'єктів позначені географічними назвами, пояснювальними написами якісної і кількісної характеристик, як використовуються розходження в розмірі, кольорі і характері шрифту в якості картографічних умовних знаків.

Г. Елементи оснащення: легенди, вказівки масштабу, картографічної сітки, рамки, зарамкове оформлення.

Д. Елементи додаткової характеристики території: текстові дані, додаткові (урізні) карти, профілі.

Ж. Компонування карти: аналіз прийнятого на карті розташування території, яка картографується, її границь, середнього меридіану щодо рамки карти, їхня відповідність оптимальному варіанту.

Аналіз тематичної карти можна проводити по вищевикладеній програмі. Варто тільки врахувати, що розгляд пункту В – «Географічний зміст» повинний складатися з двох підрозділів: аналізу географічної основи і аналізу спеціального змісту, що складає тему аналізованої карти.

Завершується аналіз карти оцінкою з висновком про можливість її застосування окремо чи в складі серії карт як засобу для вирішення конкретних задач.

Для оцінки карти бажано залучати додаткові матеріали:

➤ картографічні – у вигляді карт тієї ж тематики більш великих масштабів для з'ясування рівня генералізації;

➤ новітні за часом видання карти для визначення фактичної відповідності дійсності;

➤ текстові дані – описи, статистичні дані, матеріали переписів і ін. (особливо важливо для тематичних карт).

При оцінці карти рекомендується проводити її пробне читання, починаючи з “ключових ділянок” – найбільш характерних і репрезентативних, а також тих територій, що краще знайомі здійснюючому аналізу.

При аналізі серії карт (який здійснюється вивченням кожної карти серії по приведеній вище чи близької до неї по змісту програмі), оцінюється відповідність їхньому призначенню, погодженість по математичній основі, принципам і ступеню генералізації картографічного зображення, змісту й оформленню.

Більш складну задачу представляє аналіз і оцінка географічного атласу, де, крім вивчення серій і груп карт, що формують його зміст, досліджується систематизованість зібраних карт, їхня відповідність призначенню атласу, тематична повнота, внутрішнє єдність і взаємна погодженість карт.

7.1.2. Читання карти та інші види її використання

Читання карти – це процес відтворення дійсності з комплексу властивостей образно-знакової моделі, якою є карта.

З читання починається будь-яка дія по витягу з карт необхідної інформації незалежно від кінцевої мети її вивчення – від навчання до наукових досліджень і прийняття найважливіших рішень екологічного, економічного чи оборонного характеру.

Безумовно, якість читання карти багато в чому залежить від глибини географічних знань читача. Дані однієї і тієї ж карти будуть інтерпретовані в різному ступені детальності й інформативності школярем, що тільки освоїв ази географічної науки, і досвідченим дослідником, що постійно працює з картами.

Читання карти і читання тексту сильно розрізняються один від одного. Це пояснюється тим, що написи й умовні позначки на карті просторово локалізовані, тим самим їхнє місцезнаходження на карті чітко фіксовано. Це дає можливість не тільки усвідомити зміст відображуваних ними понять, але й одержати уявлення про їхнє розміщення в просторі, у тій час як текстовий опис тих же об'єктів вимагає додаткової словесної

прив'язки для їхньої просторової фіксації. Часто конфігурація написів лінійних і площадних географічних об'єктів на карті відповідає їхньої довжини, формі і розміру на земній поверхні, а іноді підкреслює також їхню відмітну характеристику (наприклад, теплі чи холодні морські течії визначаються по кольору напису).

Для виявлення більш «тонких» характеристик досліджуваного явища, читання карти супроводжується застосуванням ряду прийомів роботи з нею різного ступеня складності – від порівняно простого якісного аналізу до більш складного і глибокого кількісного вивчення.

До цих прийомів відносяться:

➤ *опис* – метод якісної характеристики відображеного на карті явища, що забезпечує одержання про нього по елементного чи загального уявлення;

➤ *графічні прийоми аналізу карт* – дозволяють побудову за їхніми даним двовимірних графіків, діаграм і тривимірних блок-діаграм;

➤ *графоаналітичні прийоми картометрії і морфометрії* – забезпечують проведення різного роду вимірів і розрахунків по картах кількісних величин;

➤ *математико-картографічне моделювання* – призначене для побудови і вивчення математичних моделей, за даними, що беруться з карт способами математичного аналізу, математичної статистики, теорії інформації тощо.

Основні прийоми використання карт, які найбільш часто застосовуються при картографічному методі дослідження

Візуальний аналіз і опис по картах – прийоми, що здавна використовуються при роботі з картою і не втратили своє значення і сьогодні.

Очевидна перевага візуального аналізу й опису по картах перед іншими прийомами полягає в тому, що обоє вони передають загальний, картографічний образ, досліджуваної дійсності, що дозволяє робити узагальнюючі, комплексні висновки. Більшість математизованих прийомів аналізу хоча і дають більш детальну та глибоку характеристику, але, як правило, лише однієї якої-небудь риси досліджуваного явища.

Мета візуального аналізу й опису – виявлення наявності на карті досліджуваних об'єктів і явищ, їхніх властивостей, особливостей їхнього розміщення і взаємозв'язків. Результатом застосування цих прийомів є

якісне уявлення про досліджувану дійсність (хоча при візуальному аналізі може бути виявлено також й багато кількісних характеристик).

Візуальний аналіз і опис включає елементи порівняння, а також кількісні показники і завершується оцінкою досліджуваних процесів і явищ з формулюванням висновків. Так, наприклад, опис природних умов по серії карт проводиться за наступною схемою: географічне положення території, її адміністративна приналежність, рельєф, геологічна будова, корисні копалини, гідрографія, клімат, ґрунти, рослинність, тваринний світ, ландшафтні райони (фізико-географічне районування). Опис може супроводжуватися таблицями, графіками і схемами.

Графічні прийоми аналізу карт використовуються для відображення в наочній формі відповідних особливостей явищ, показаних на карті чи на серії карт. До графічних прийомів відноситься побудова двох чи трьохвимірних графіків, профілів і блок-діаграм.

Побудова профілів і розрізів по картах сприяє більш наочному відображенню тільки одного компонента геокомплексу – рельєфу. У навчальній роботі й у наукових дослідженнях часто виникає необхідність зображення взаємозв'язку між декількома явищами, наприклад геологічною будовою, рельєфом, ґрунтами, рослинністю і кліматичними особливостями території.

Природно, що весь цей геокомплекс не можна відобразити на одній картографічній основі. Побудова комплексного профілю по серії топографічних і тематичних карт дозволяє успішно вирішити цю задачу. Правда, при цьому суміщеність явищ здійснюється у вертикальному розрізі, а не в горизонтальній площині, але від цього наочність тільки виграє. Комплексні профілі сприяють з'ясуванню ландшафтної диференціації території, обґрунтованому природному районуванню, виявленню взаємозв'язків і взаємозалежності між компонентами зображених територій.

Блок-діаграма дозволяє одержати тривимірне зображення шляхом сполучення перспективного рисунка якої-небудь поверхні, її подовжного і поперечного профілів. Блок-діаграми нерідко являють собою прийом графічного відображення результату спільного вивчення карт різного змісту (наприклад, взаємозв'язку між рельєфом, геоморфологічною і геологічною будовою; рельєфом і ґрунтами, водяними масами, глибинними течіями і солоністю води тощо).

З розвитком автоматизації трудомісткі графічні операції по кресленню блок-діаграми всі частіше доручаються автоматичним графобудівникам. У пам'ять ЕОМ фіксують висотні оцінки ряду точок, зняті з карти – джерела, або уздовж ізоліній, або по профілях. Виходячи з цих даних, ЕОМ керує цими креслярськими автоматами. Якщо дані перетворити, то можна блок-діаграму розвертати під різними кутами для вибору оптимального варіанта.

Властивість метричності карт дозволяє вирішувати по ним ряд картометричних і морфометричних задач. До них відносяться: вимір відстаней і довжин ліній будь-якої конфігурації, планових координат точок, визначення аплікату – вертикальних складових явищ (абсолютних і відносних висот, глибин, потужностей і т.п.), обчислення площ, об'ємів, вертикальних і горизонтальних кутів і напрямків.

Багато морфометричних показників є відносними. Вони можуть виражати співвідношення між довжинами і площами, довжинами і висотами, площами і кутами нахилу і т.д. (наприклад, середня висота, середня товщина, середня потужність явища), його щільність (інтенсивність), ступінь розчленованості поверхні (горизонтальної, вертикальної) і її схилів, звивистість ліній, контурів об'єктів, зображених на карті.

Вимір площ. Як відомо, на великомасштабних (топографічних) картах площі вимірюють за допомогою планіметра і палетки. (Планіметр – прилад за допомогою якого здійснюють виміри значних площ по картах. Найбільш розповсюдженим є полярний планіметр).

Вимір об'ємів. Вивчення балансу речовин у природі пов'язано з обчисленням їхніх об'ємів. Наприклад, у геоморфології – визначення об'ємів знесених і відкладених гірських порід, у кліматології – підрахунок обсягу опадів, що випали, у гідрології – обчислення величин стоку на досліджуваній території, об'ємів океанічних впадин і озерних улоговин, запасів води в сніговому покриві, об'ємів льодовиків і т.п. Виміри цих об'ємів виконують за гіпсометричним, батиметричним, гідрологічним, кліматичним і іншим тематичним картам.

Для визначення об'єму будь-якого явища по карті з ізолініями досить розмістити на ній палетку і визначити в центральних точках кожної поділки палетки третьої координати – її висоти, шляхом інтерполяції між ізолініями. Потім отриманий результат помножити на площу, зайняту явищем.

Вимір кутів і напрямків. Розглянемо стисло основні морфометричні показники, деякі з яких мають загальний характер і можуть бути використані при роботі з різними картами.

Середнє значення третьої (вертикальної) координати в системі прямокутних координат (висоти, глибини, товщини, потужності будь-яких явищ) підраховується як середнє арифметичне з ряду висот, глибин і т.д., знятих з карти за ізолініями по сітці рівномірно розташованих точок:

$$Z_{cp} = (Z_1 + Z_2 + \dots + Z_n) / n \quad (7.1)$$

Щільність об'єктів чи явищ підраховується за двома показниками.

Перший відображає кількість об'єктів (n), що приходить на одиницю площі (P) території, що картографується:

$$W = n / P \quad (7.2)$$

Цей показник відображає зустрічаємість явища на карті чи його частоту.

Другий показник дає відношення площі (P_1), займаної якими-небудь об'єктами чи явищами, до загальної площі району (P_2):

$$T = (P_1 / P_2) \cdot 100\% \quad (7.3)$$

Доцільно визначати ці показники по природних виділах (ландшафтам, басейнам рік і т.д.), але іноді воліють обчислювати їх по трапеціях, квадратах, шестикутниках та інших геометричних фігурах. При досить густій мережі осередків можна будувати карти в ізолініях щільності (наприклад, карти щільності населення, густоти річкової мережі).

Розчленовування поверхні. Горизонтальне розчленовування поверхні, зображеної на карті (D), оцінюється сумарною довжиною ліній, що розчленовують, наприклад гідрографічної чи ерозійної мережі ($\sum L$), що відносяться на одиницю площі (P):

$$D = (\sum L) / P \quad (7.4)$$

Горизонтальне розчленовування служить найбільш наочною характеристикою при вивченні схильності території до ерозії.

Схили і кути нахилу поверхонь. Фактичний ухил (i) виражається тангенсом кута нахилу поверхні у визначеній точці карти:

$$i = \operatorname{tg} \alpha = (Z_i - Z_{i+1}) / l \quad (7.5)$$

де Z_i і Z_{i+1} значення сусідніх ізоліній, між якими знаходиться точка; l – закладення в напрямку нормалі до цих ізоліній.

Одержавши тангенс, неважко знайти і кут α . При роботі з тематичними картами (екологічними, кліматичними, гідрологічними й ін.) прийнято говорити не про схил, а про градієнт поверхні, хоча в морфометричному відношенні ці показники однакові.

Звивистість ліній і контурів. Показник, який найбільш використовується для характеристики відносної звивистості (δ), характеризується відношенням довжини лінії з усіма звивинами (l) до довжини плавної що обгинає (S) (рис. 7.1).

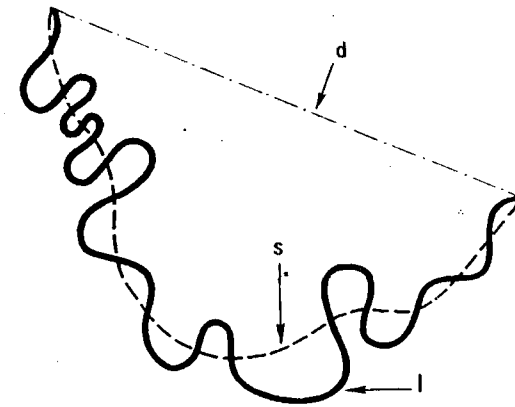


Рис. 7.1. Визначення звивистості незамкнутого контуру: l – звивиста лінія; S – плавна лінія, що обгинає; d – замкаюча лінія.

Якщо всі звивини мають приблизно той самий розмір, тобто немає звивин, що виділяються, з великим чи дрібним радіусом кривизни, то можна використовувати простий показник звивистості (δ), що представляє відношення числа звивин (n) до загальної довжини лінії (l):

$$\delta = n / l \quad (7.6)$$

Як відомо, картометрія і морфометрія протягом більш ніж двох сторіч розвивалася стосовно до топографічних карт. Останнім часом картометричні та морфометричні визначення стали здійснюватися також і по тематичних картах, що привело до нового напрямку – тематичної картометрії і морфометрії.

До основних морфометричних характеристик відносяться показники форми, щільності, концентрації об'єктів, глибини і густоти розчленовування. Вони використовуються в практиці сільськогосподарського, цивільного і дорожнього будівництва, а також при плануванні меліоративних і природоохоронних заходів (морфометричні карти рельєфу – схилів місцевості, глибини і густоти розчленовування).

Ландшафтометрія сприяє кількісному вивченню ландшафтної структури місцевості. При цьому оцінюються такі характеристики, як однорідність, диференціація, роздробленість ландшафтів, їхнє взаємне сусідство і близькість.

Порівняно молодий напрямок – медико-географічна морфометрія – яка вивчає по картах явища, що стосуються як природного, так і соціального середовища, визначає форму і структуру нозоареалів (ареалів хвороб, екологічного лиха), природних осередків захворювань і епідемій, характер їхнього територіального поширення й інтенсивність прояву.

Аналіз щільності і сусідства, концентрації і диференціації промислових, сільськогосподарських і транспортних об'єктів (наприклад, інтенсивності виробництва, розораності території, врожайності полів), оцінка рівномірності мереж розселення й обслуговування, рекреаційних і туристських об'єктів складає мету соціально-економічної морфометрії. Тематична «прогнозна» морфометрія є також необхідною складовою частиною обґрунтування будь-яких географічних прогнозів (наприклад, встановлення кількісних змін у ландшафті при будівництві гідроспоруд: розміри площ затоплення, осушення, засолення ґрунтів, зміни структури гідромережі, розвитку овраженості тощо).

Питання практичного вирішення відповідних завдань за допомогою карти детально будуть розглянуті у пунктах 7.3...7.6.

Поняття про математико-картографічне моделювання

Картографічне зображення по своїх властивостях відкриває великі можливості для математичного аналізу. Зображення якого-небудь явища на карті можна розглядати як функцію $Z = F(x, y)$, тобто кожній точці карти з координатами x і y відповідає тільки одне значення явища Z , що картографується. Ряд явищ, відображених на картах, можуть бути зв'язані між собою функціональними чи статистичними залежностями, інші можуть розглядатися як функції простору і часу. Для дослідження

них складних і різноманітних залежностей застосовують формальний математичний апарат з метою звільнитися від малоістотних подробиць, замінити складні і невідомі функції більш відомими і простими, тобто вирішити задачі з певними обмеженнями.

Суть математико-картографічного моделювання полягає в заглибленому дослідженні різномірної і різноманітної просторово-тимчасової інформації шляхом створення математичних моделей чи явищ процесів за даними, знятими з карт.

Наступне перетворення математичної моделі в картографічну дозволяє наочно і поетапно бачити проміжні і кінцеві результати дослідження, судити про точність математичного моделювання і його правдивої географічної інтерпретації. Таким чином, складається ланцюжок: карта – математична модель – карта. Третя ланка ланцюжка – карта – є підсумком відображення створеної математичної моделі, досліджуваного процесу чи явища, що полегшує розуміння досліджуваної просторово-тимчасової інформації.

7.2. Визначення географічних та прямокутних координат

7.2.1. Визначення прямокутних координат за топографічною картою та нанесення об'єктів на карту за координатами

У топографії використовують дві системи прямокутних координат: умовну і зональну Гауса-Крюгера.

Умовна система прямокутних координат.

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

Початком координат вважають перетин осей координат, тобто абсциси і ординати. Звичайно напрям осі абсцис збігається з напрямом дійсного чи магнітного меридіана. Причому північний напрям осі абсцис вважають додатнім, а південний – від'ємним; східний напрям осі ординат додатнім, а західний – від'ємним (рис. 7.2).

Положення будь-якої точки на площині (плані) визначається величиною

і знаками абсциси й ординати цієї точки. За однакових абсолютних величин X та Y точка може займати чотири різних положення залежно від знаків координат (рис. 7.2).

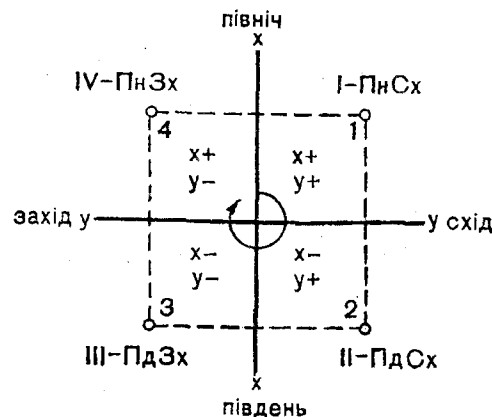


Рис. 7.2. Положення точки, залежно від знаків координат.

В умовній системі координат за напрям осі абсцис, крім напрямку дійсного чи магнітного меридіана, можна взяти будь-який інший зручний напрям (наприклад, на фабричну трубу), а за початок відліку – будь-яку зручну точку на ділянці знімання.

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

Зональна система прямокутних координат

Завдячує своєю назвою німецькому математику К. Гаусу (1777-1855 рр.), який розробив теорію поперечно-циліндричної рівнокутної проекції для використання її у даній системі, та німецькому астроному і геодезисту С. Крюгеру, продовжувачу роботи Гауса.

Особливістю зональної системи Гауса-Крюгера є те, що земну поверхню умовно поділяють уздовж меридіанів на 60 зон по 6° довготи кожна. Відлічують зони від Гринвіцького меридіана на схід.

Для зображення кожної зони проекції Гауса земний еліпсоїд проєктують на циліндр, вісь якого перпендикулярна до осі обертання Землі, а бічна

поверхня дотикається до осевого меридіана кожної зони. У результаті дістають плоске зображення $1/60$ частини земної поверхні, яка називається геодезичною зоною.

Уся поверхня земної кулі має вигляд шістдесяти таких зон, дотичних по екватору.

На розгорнутій бічній поверхні циліндра осевий меридіан та екватор будуть прямими взаємно перпендикулярними лініями, решта паралелей та меридіанів – кривими. Тому середній меридіан та екватор і є осями зональної системи координат. Зокрема, вісь абсцис (вісь X) – осевий (середній) меридіан зони, вісь ординат (вісь Y) – екватор, а точка перетину осевого меридіана й екватора – початок відліку координат. На північ від екватора (ординати) значення абсцис додатні, а на південь від'ємні. Відповідно і значення ординат на схід від осевого меридіана зони (абсциси) додатні, а на захід – від'ємні.

Протяжність кожної зони від екватора до Північного полюса становить 90° широти, або 10 000 км, а протяжність дуги екватора – 6° довготи, або 666 км (округлено), тобто 333 км на захід і схід від середнього меридіану зони. На північ від екватора довжина дуг паралелей протяжністю 6 градусів довготи у кілометрах зменшується пропорційно косинусу широти.

Усі точки (пункти) території України мають додатні абсциси, а ординати у східній частині всіх зон – додатні, а в західній – від'ємні. Для зручності, щоб перетворити від'ємну ординату в додатну, треба ординати відлічувати від осі X , уявно перенесеної на 500 км на захід. Такі ординати називаються перетвореними (рис. 7.3).

У зв'язку з тим, що кожна зона має власну вісь абсцис і початок координат, точки з однаковою абсцисою й ординатою повторюються в усіх зонах. Тому перед числом, що характеризує перетворену ординату, потрібно писати номер зони.

Знаючи географічні координати точки, можна за спеціальними таблицями Гауса або формулами визначити її прямокутні координати і навпаки, за прямокутними координатами точки знайти її географічні координати.

Прямокутні координати (плоскі) – лінійні величини: абсциса X и ордината Y , що визначають положення точок на площині (на карті) щодо двох взаємно перпендикулярних осей X і Y (рис. 7.4).

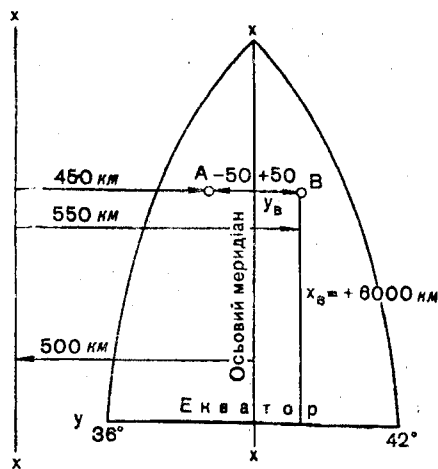


Рис. 7.3. Побудова перетворених ординат.

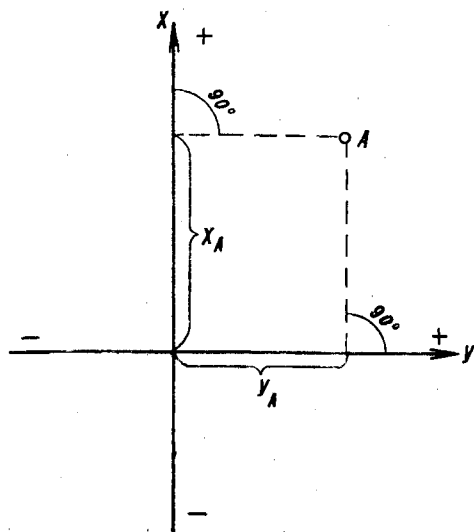


Рис. 7.4. Прямокутні координати.

Абсциса X и ордината Y точки A – це відстані від початку координат до основ перпендикулярів, опущених із точки A на відповідні, осі, із відповідним знаком.

У топографії і геодезії, а також на топографічних картах орієнтування проводиться по півночі з відррахунком кутів за ходом годинникової стрілки. Тому, для збереження знаків тригонометричних функцій положення осей координат, які прийняті в математиці, розгорнуто на 90° .

Прямокутні координати на топографічних картах застосовуються по координатних зонах. Координатні зони – частини земної поверхні, обмежені меридіанами з довготою, кратної 6°. Перша зона обмежена меридіанами 0° і 6°, друга – 6° і 12°, третя – 12° і 18° і т.д.

Рахунок зон проводиться від Гринвичського меридіана із заходу на схід. Довжина кожної зони з півночі на південь становить 20000 км. Ширина зони на екваторі близько 670 км, на широті 40° – 510 км, на широті 50° – 430 км, на широті 60° – 340 км.

Усі топографічні карти в межах даної зони мають загальну систему прямокутних координат. Початком координат у кожній зоні є точка перетину середнього (осьового) меридіана зони з екватором (рис. 7.5), середній меридіан зони відповідає осі абсцис, а екватор – осі ординат. При такому розташуванні координатних осей, абсциси точок, розташованих південніше екватора, і ординати точок, розташованих на захід середнього меридіана, будуть мати від’ємні значення.

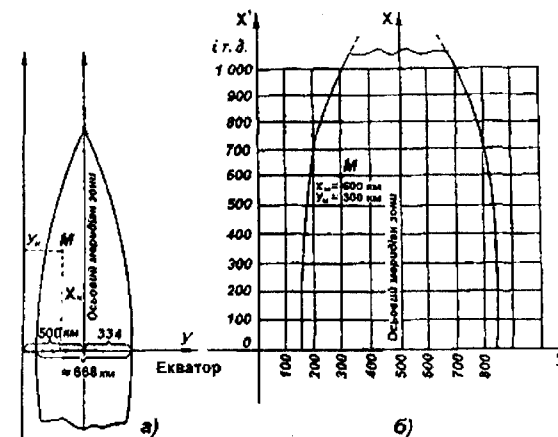


Рис. 7.5. Система прямокутних координат на топографічних картах: а – однієї зони; б – частини зони.

Для зручності користування координатами на топографічних картах прийнятий умовний розрахунок ординат, що виключає від'ємні значення ординат. Це досягнуто тим, що відлік ординат йде не від нуля, а від величини 500 км, тобто початок координат у кожній зоні як би перенесено на 500 км вліво уздовж осі *У*. Крім того, для однозначного визначення положення точки по прямокутних координатах на земній кулі до значення координати *У* ліворуч приписується номер зони (однозначне чи двозначне число).

Залежність між умовними координатами і їхніми дійсними значеннями виражається формулами

$$X' = X; \quad (7.7)$$

$$Y' = Y - 500\,000, \quad (7.8)$$

де X' і Y' – дійсні значення ординат;

X , Y – умовні значення ординат.

Наприклад, якщо точка має координати:

$$X = 5\,650\,450;$$

$$Y = 3\,620\,840,$$

то це значить, що точка розташована в третій зоні на віддалі 120 км 840 м від середнього меридіана зони ($620840 - 500\,000$) і до півночі від екватора на віддалі 5650 км 450 м.

Повні координати – прямокутні координати, записані (названі) цілком, без яких-небудь скорочень. У прикладі, приведеному вище, дані повні координати об'єкта:

$$X = 5\,650\,450;$$

$$Y = 3\,620\,840.$$

Скорочені координати застосовуються для прискореного використання топографічної карти. У цьому випадку вказуються тільки десятки й одиниці кілометрів і метри.

Наприклад, скорочені координати даного об'єкта будуть:

$$X = 50\,450;$$

$$Y = 20\,840.$$

Скорочені координати не можна застосовувати на стику координатних зон і якщо район перебування охоплює простір довжиною більш 100 км по широті чи довготі.

Координатна (кілометрова) сітка – сітка квадратів на топографічних

картах, яка утворена горизонтальними і вертикальними лініями, проведеними паралельно осям прямокутних координат через визначені інтервали (табл. 7.1).

Таблиця 7.1.

Залежність розмірів та площі квадрату від масштабу карти

Масштаби карт	Розміри сторін квадратів		Площі квадратів, км^2
	на карті, см	на місцевості, км	
1: 25 000	4	1	1
1: 50 000	2	1	1
1: 100 000	2	2	4
1: 200 000	2	4	16

Ці лінії називаються кілометровими. Координатна сітка призначається для визначення координат об'єктів по карті і нанесення на карту об'єктів за їхніми координатами, для орієнтування карти, виміру дирекційних кутів і для наближеного визначення відстаней і площ.

Кілометрові лінії на картах підписуються в їхніх зарамкових виходах і в декількох перетинаннях усередині листа (рис. 7.6). Крайні на листі

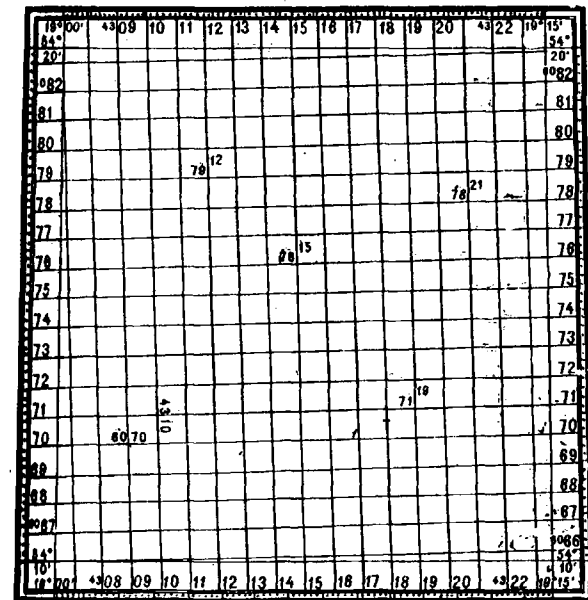


Рис. 7.6. Координатна (кілометрова) сітка на листі карти.

карти кілометрові лінії підписуються повністю, інші – скорочено, двома цифрами (тобто вказуються тільки десятки й одиниці кілометрів). Підписи у горизонтальних ліній відповідають відстаням від осі ординат (екватора) у кілометрах.

Наприклад, підпис 6082 у правому верхньому куті показує, що дана лінія знаходиться від екватора на відстані 6082 км.

Підписи вертикальних ліній означають номер зони (одна чи дві перших цифри) і відстань у кілометрах (завжди три цифри) від початку координат, умовно перенесеного на захід від середнього меридіана на 500 км.

Наприклад, підпис 4308 у лівому нижньому куті означає: 4 – номер зони, 308 – відстань від умовного початку координат у кілометрах.

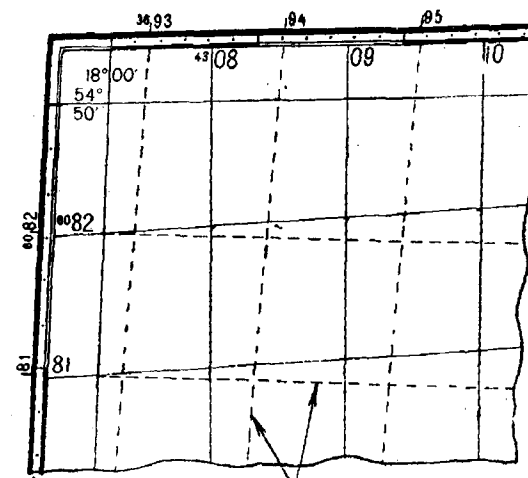
Додаткова координатна (кілометрова) сітка може бути нанесена на топографічних картах масштабу 1:25 000, 1:50 000, 1:200 000 по виходах кілометрових ліній у суміжній західній чи східній зоні. Виходи кілометрових ліній у вигляді рисок з відповідними підписами даються на картах, розташованих протягом 2° до сходу і заходу від граничних меридіанів зони.

Додаткова координатна сітка призначається для перетворення координат однієї зони в систему координат іншої, сусідньої, зони.

На рис. 7.7 риси на зовнішній стороні західної рамки з підписами 81, 6082 і на північній стороні рамки з підписами 3693, 94, 95 і т.д. позначають виходи кілометрових ліній у системі координат суміжної (третьої) зони. При необхідності додаткова координатна сітка креслиться на листі карти шляхом з'єднання, однойменних рисок на протилежних сторонах рамки. Побудована таким чином сітка є продовженням кілометрової сітки листа карти суміжної зони і повинна цілком збігатися з нею при склейці карти.

Визначення прямокутних координат за топографічною картою та нанесення об'єктів на карту за координатами

Визначення прямокутних координат об'єкта по карті можливе за допомогою циркуля-вимірювача. Циркулем вимірюють по перпендикуляру відстань від даного об'єкта до нижньої кілометрової лінії і за масштабом визначають її дійсну величину. Потім цю величину в метрах приписують праворуч до значення підпису кілометрової лінії, а при довжині відрізка більш кілометра спочатку підсумовують кілометри, а



Координатна сітка західної (3-ї) зони

Рис. 7.7. Додаткова координатна сітка.

потім також приписують число метрів праворуч. Це буде координата об'єкта X (абсциса).

Таким же прийомом визначають і координату Y (ординату), тільки відстань від об'єкта вимірюють до лівої сторони квадрата.

При відсутності циркуля-вимірювача, відстані вимірюють лінійкою чи смужкою папера.

Приклад визначення координат об'єкта A показаний на рис. 7.8:

$$X = 5\,877\,100; Y = 3\,302\,700.$$

Тут же даний приклад визначення координат об'єкта B , розташованого в рамці листа карти в неповному квадраті:

$$X = 5\,874\,850; Y = 3\,298\,800.$$

Визначення прямокутних координат координатоміром

Координатомір – це пристосування для відліку координат. Найбільш розповсюджений координатомір у вигляді прямого кута прозорої лінійки, по сторонах якого нанесені міліметрові поділки. Такого типу координатомір є на деяких видах лінійок.

При визначенні координат координатомір накладають на квадрат, у якому розташовується об'єкт і, сполучивши вертикальну шкалу з його лівою стороною, а горизонтальну – з об'єктом, як показано на рис. 7.8 (точка C), знімають показники.

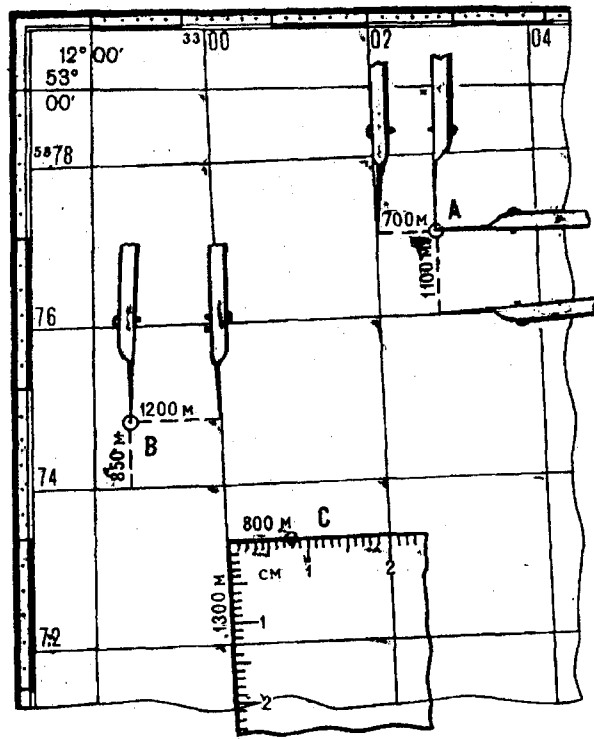


Рис. 7.8. Визначення прямокутних координат об'єктів за топографічною картою.

Показники в міліметрах, відповідно до масштабу карти, перетворюють у дійсні величини – кілометри і метри, а потім величину, отриману по вертикальній шкалі, додають до цифри біля горизонтальної лінії нижнього квадрата (у нашому випадку – 72000). Це буде координата X об'єкта.

Таким же порядком одержують і координату Y – величину, що відповідає відліку по горизонтальній шкалі, тільки підсумовування роблять з значенням оцифровки лівої сторони квадрата.

На рис. 7.8 показаний приклад визначення прямокутних координат об'єкта C :

$$X = 5873300; Y = 3300800.$$

Нанесення об'єкта на карту по прямокутних координатах циркулем або лінійкою

Насамперед, по координатах об'єкта в кілометрах і оцифровкам кілометрових ліній знаходять на карті квадрат, у якому повинен бути розташований об'єкт.

Квадрат місцезнаходження об'єкта на карті масштабу 1:50 000, де кілометрові лінії проведені через 1 км, знаходять безпосередньо по координатах об'єкта в кілометрах.

На карті масштабу 1:100 000 кілометрові лінії проведені через 2 км і підписані парними числами, тому якщо одна чи дві координати об'єкта в кілометрах непарні числа, то потрібно знаходити квадрат, сторони якого підписані числами на одиницю менше відповідної координати в кілометрах.

На карті масштабу 1:200 000 кілометрові лінії проведені через 4 км, тому сторони потрібного квадрата будуть підписані числами, кратними чотирьом, меншими відповідної координати об'єкта в кілометрах на один, два чи три кілометри.

Після знаходження квадрата, у якому розташований об'єкт, розраховують віддалення об'єкта від нижньої сторони квадрата і відкладають його в масштабі карти від нижньої горизонтальної лінії квадрата вверх. До отриманої точки прикладають лінійку і від лівої сторони квадрата, також у масштабі карти, відкладають відстань, яка рівна віддаленню об'єкта від цієї сторони.

На рис. 7.9 показаний приклад нанесення на карту об'єкта A за координатами:

$$X = 3\,768\,850, Y = 29\,457\,500.$$

Нанесення об'єкта на карту координатоміром

За координатами об'єкта в кілометрах і оцифровці кілометрових ліній визначають квадрат, у якому знаходиться об'єкт. На цей квадрат накладають координатомір так само, як і при визначенні координат (див. рис. 7.8), сполучають його вертикальну шкалу з західною стороною квадрата так, щоб проти нижньої сторони квадрата був відлік, що відповідає координаті X в масштабі карти мінус оцифровка цієї сторони квадрата. Потім, не змінюючи положення координатоміра, знаходять на горизонтальній шкалі відлік, що відповідає (також у масштабі карти)

різниці координати U об'єкта й оцифровки західної сторони квадрата. Точка проти штриха в цього відліку буде відповідати положенню об'єкта на карті.

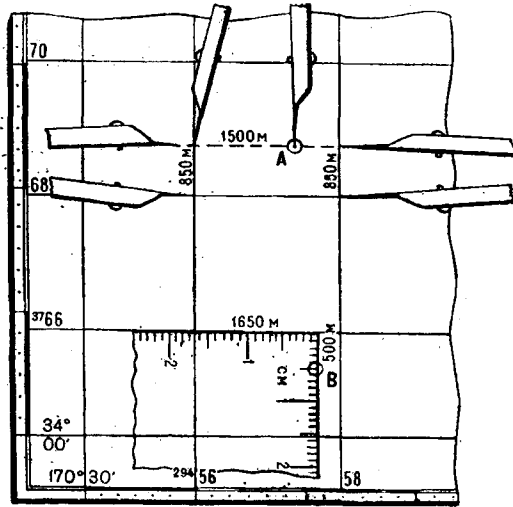


Рис. 7.9. Нанесення об'єктів на карту по прямокутних координатах.

На рис. 7.9 показаний приклад нанесення на карту об'єкта B , розташованого в неповному квадраті, за координатами:

$$X = 3\,765\,500;$$

$$Y = 29\,457\,650.$$

У даному випадку координатомір накладений так, щоб горизонтальна шкала його була сполучена з північною стороною квадрата, а відлік проти західної його сторони відповідав різниці координати U об'єкта й оцифровки цієї сторони:

$$29\,457\,650\text{ м} - 29\,456\,000\text{ м} = 650\text{ м}.$$

Відлік, що відповідає різниці оцифровки північної сторони квадрата і координаті U об'єкта ($3766\text{ км} - 3765\text{ км } 500\text{ м}$), відкладений по вертикальній шкалі вниз. Точка проти штриха у відліку 500 м буде вказувати положення об'єкта на карті.

7.2.2. Географічні координати та їх визначення за топографічною картою. Нанесення об'єктів на карту за відомими географічними координатами

Географічні координати – це кутові величини: широта B і довгота L , що визначають положення об'єктів на земній поверхні і карті (рис. 7.10).

Широта – кут B між стрімкою лінією в даній точці і площиною екватора. Широти змінюються від 0 до 90° ; у північній півкулі вони називаються північними, у південній – південними.

Довгота – двохгранний кут L між площиною початкового меридіана і площиною меридіана даної точки земної поверхні. Довготи змінюються від 0 до 180° . Довготи, які відлічуються на схід від Грінвіцького меридіана, називаються східними, а довготи, які відлічуються на захід, – західними.

Географічні координати, які отримані з астрономічних спостережень, називаються астрономічними, а координати, які отримані геодезичними методами й визначаються по топографічних картах, – геодезичними. Значення астрономічних і геодезичних координат тих самих точок відрізняються незначно – у лінійних мірах у середньому на $60\ldots 90\text{ м}$.

Географічна (картографічна) сітка утвориться на карті лініями паралелей і меридіанів. Вона використовується для визначення географічних координат об'єктів.

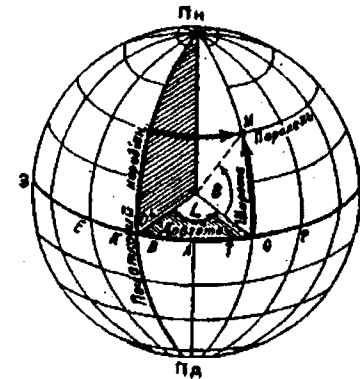


Рис. 7.10. Географічні координати:
 B – широта точки M ; L – довгота точки M .

На топографічних картах лінії паралелей і меридіанів служать внутрішніми рамками листів карти, їхні широти і довготи підписуються на кутах кожного листа. На листах карт на західну півкулю, в північно-західному куті рамки, міститься напис «На захід від Гринвіча».

На аркушах карт масштабу 1:50 000, 1:100 000 і 1:200 000 показуються перетинання середніх паралелей і меридіанів і дається їх оцифровка в градусах і мінутах. По цим даним встановлюють підписи широти і довготи сторін рамок листа, зрізаних при склейці карти. Крім того, уздовж сторін рамок усередині листа зроблені невеликі (по 2...3 мм) штрихи через одну хвилину, по яких можна накреслити паралелі і меридіани на карті, склеєної з багатьох аркушів.

На картах масштабу 1:25 000, 1:50 000 і 1:200 000 сторони рамок розділені на відрізки, рівні в градусній мірі одній хвилині. Мінутні відрізки відтінені через один і розділені крапками (за винятком карти масштабу 1:200 000) на частини по 10".

На аркушах карти масштабу 1:500 000 паралелі проведені через 30', а меридіани – через 20'; на картах масштабу 1:1 000 000 паралелі проведені через 1°, меридіани через 40'. Усередині кожного листа карти на лініях паралелей і меридіанів підписані їхні широти і довготи, що дозволяють визначати географічні координати на великій склейці карт.

Визначення географічних координат об'єкта по карті здійснюється за найближчими до нього паралелям і меридіанам, широта і довгота яких відома. На картах масштабу 1:25 000...1:200 000 для цього приходить, як правило, попередньо провести південніше об'єкта паралель і на захід – меридіан, з'єднавши лініями відповідні штрихи, що мають уздовж рамки листа карти.

Широту паралелі і довготу меридіана розраховують і підписують на карті (у градусах і мінутах). Потім оцінюють у кутовій мірі (у секундах чи частках мінuti) відрізки від об'єкта до паралелі і меридіана (Am_1 і Am_2 на рис. 7.11), зіставивши їхні лінійні розміри з минутними (секундними) проміжками на сторонах рамки. Величину відрізка Am_1 додають до широти паралелі, а відрізка Am_2 – до довготи меридіана й одержують шукані географічні координати об'єкта – широту і довготу.

На рис. 7.11 показаний приклад визначення географічних координат об'єкта А. Його координати: північна широта $54^{\circ}35'40''$, східна довгота $37^{\circ}41'30''$.

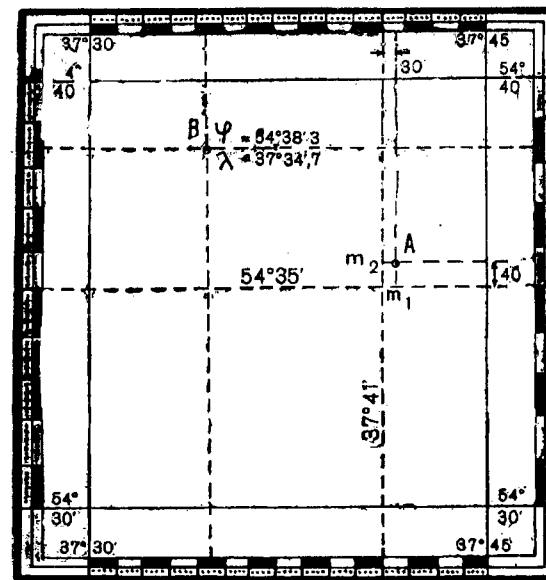


Рис. 7.11. Визначення географічних координат по карті і нанесення об'єктів на карту по географічних координатах.

Нанесення об'єкта на карту по географічних координатах

На західній і східній сторонах рамки листа карти відзначають рисками дані, що відповідають широті об'єкта. Відлік широти починають від оцифровки південної сторони рамки і продовжують по минутних і секундних проміжках. Потім через ці риси проводять лінію – паралель об'єкта.

Таким же способом будують і меридіан об'єкта, тільки довготу його відраховують по південній і північній сторонах рамки. Точка перетинання паралелі і меридіана вкаже положення об'єкта на карті.

На рис. 7.11 поданий приклад нанесення на карту об'єкта В по координатах:

$$\varphi = 54^{\circ}38'3''; \lambda = 37^{\circ}34'7''.$$

7.3. Вимір відстаней

Виміряти довжину відрізка на карті – значить визначити довжину горизонтального проложення відповідної йому лінії на місцевості S . Зв'язок між ними визначається масштабом карти M і може бути виражений як

$$S = l : M \text{ або } S = l \cdot m \quad (7.9)$$

Масштаб (рис. 7.12) має наступні форми:

1. *Чисельний масштаб*. Він виражається відношенням одиниці до числа, що показує ступінь зменшення m .

2. *Іменованний масштаб*. Це іменовані числа, що позначають довжини взаємно відповідних відрізків на карті й на місцевості.

3. *Графічний масштаб*. Він спрощує переклад довжин відрізків на карті у відстані на місцевості. Графічний масштаб може бути лінійним і поперечним.

Лінійний масштаб – це пряма лінія, розділена на рівні частини з підписаними значеннями відповідних їм відстаней на місцевості. Відрізок, що визначає величину розподілів прямих, називають *основою масштабу* q .

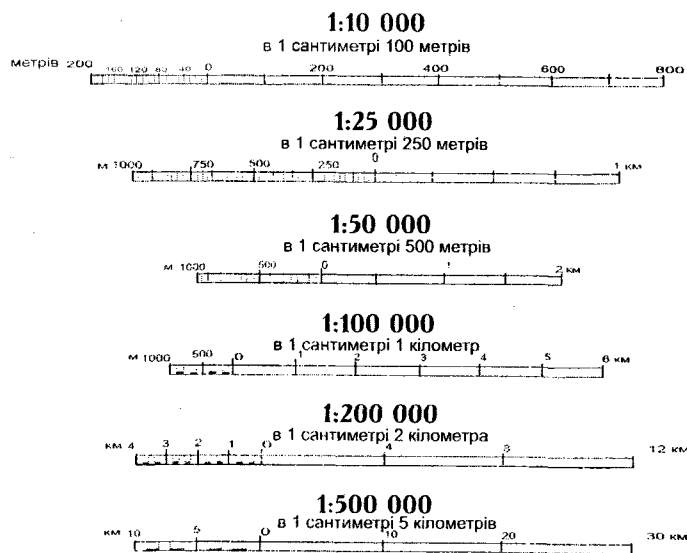


Рис. 7.12. Оформлення чисельного і лінійного масштабів на топографічних картах.

Крайню ліву основу ділять на більше дрібні частини, *найменшій поділці масштабу* q' , які можуть становити $1/5$, $1/10$ або $1/20$ q .

Довжина вимірюваного відрізка l у поділках лінійного масштабу виражається як

$$l = n_q + n_{q'} \quad (7.10)$$

де n_q і $n_{q'}$ – кількість основ q і найменших поділок q' .

Щоб виразити l у масштабі карти, необхідно попередньо встановити *ціну основи* лінійного масштабу c_q і *ціну найменшої поділки* $c_{q'}$. Ціна основи розуміється як число метрів (кілометрів) на місцевості, що відповідає величині однієї основи. Аналогічно формулюється ціна найменшої поділки. Якщо основою лінійного масштабу є відрізок в 1 см. і l також виражене в сантиметрах, то $c_q = m$, а формула (7.9) приймає вид

$$S = l \cdot c_q \quad (7.11)$$

Залежність (7.11) вірна й у тому випадку, коли основа лінійного масштабу має величину в 2 сантиметри й більше; при цьому l повинне бути виражене в поділках масштабу. Так як q і q' мають різну ціну поділки,

$$S = n_q c_q + n_{q'} c_{q'} \quad (7.12)$$

Якщо основою лінійного масштабу є відрізок, то

$$S = (n_q + n_{1/10q}) c_q \quad (7.13)$$

Приклад. У процесі виміру відстані по карті масштабу 1:10 000 встановлено, що при $q = 1 \text{ см}$, $n_q = 3$, $n_{q'} = 4$, $n_{1/10q} = 0,4$, $c_q = 100 \text{ м}$. Тоді по формулах (7.12) і (7.13)

$$S = 3 \cdot 100 \text{ м} + 4 \cdot 10 \text{ м} = 340 \text{ м},$$

або

$$S = (3 + 0,4) \cdot 100 \text{ м} = 340 \text{ м}.$$

Для спрощення виміру довжин ліній у поділок лінійного масштабу підписують число метрів (кілометрів), рівне $1q$, $2q$, $3q$ і т.д. у масштабі карти. За початок відліку приймається правий кінець крайньої лівої основи, позначеної 0. Вправо від неї підписують цілі основи, вліво – її частки.

Виміри відстаней по карті проводяться різними способами. Короткі прямолінійні відстані вимірюються *одним розчином циркуля* – *вимірника*. Величина розчину встановлюється по карті сполученням

голок вимірника з початковою й кінцевою точкою вимірюваної відстані (рис. 7.13, а, *положення І*). Після цього вимірник переноситься на лінійний масштаб, так щоб його голки розташувалися по обох сторін від нульового штриха, а права голка сполучилася з яким-небудь зі штрихів, розташованих праворуч від 0 (рис. 7.13, а, *положення ІІ*). Тоді S дорівнює сумі відліків по правій і лівій голках вимірника (на рис. 7.2, а $S = 1 \text{ км } 250 \text{ м}$).

Якщо вимірювана відстань являє собою ламану лінію, розчин вимірника, що відповідає його довжині, встановлюють *способом нарощування*, суть якого показана на рис. 7.13, б.

При значній довжині вимірюваних відрізків їхню довжину можна виміряти вроздріб – «*кроком*» вимірника. «*Крок*» вимірника – це встановлена відстань між його голками, що зберігається незмінною у

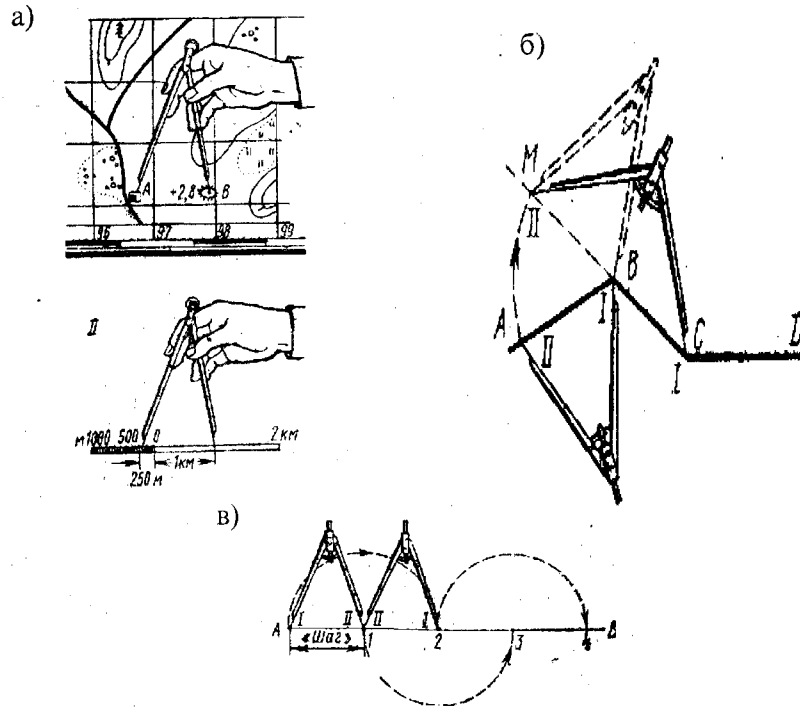


Рис. 7.13. Вимір ліній за допомогою лінійного масштабу: а – одним розчином вимірника, б – нарощуванням розчину, в – «кроком» вимірника.

процесі виміру й виконує, по суті, роль основи масштабу q . Доцільно при цьому вибрати такий «*крок*», щоб його ціна $c_{ш}$ була виражена круглим числом. Кількість кроків $n_{ш}$ на вимірюваній відстані визначається шляхом перестановок голок вимірника і їхнього підрахунку (на рис. 7.13, в наприклад перестановки показано стрілками). При одержанні наприкінці виміру неповного «*кроку*» q' визначають його величину в частках цілого «*кроку*» $n_{1/10ш}$ і підсумують із основним результатом, тобто

$$S = (n_{ш} + n_{1/10ш}) \cdot c_{ш} \quad (7.14)$$

Точність вимірів відстаней за допомогою лінійного масштабу становить 0,5...1 мм. у масштабі карти.

При вимірі дуже звивистих ліній, наприклад річок, застосовують удосконалений різновид способу виміру «*кроком*» – спосіб Ю.М. Шокальського. Основу його становлять вимір ріки малим розчином («*кроком*») вимірника в 1 або 2 мм і урахування коефіцієнта звивистості, визначаемого по розроблених еталонах (рис. 7.14). Попереднє зображення ріки розмічається на ділянки із приблизно однаковою звивистістю, для кожного з них визначається кількість «*кроків*», що потім множиться на встановлену ціну «*кроку*», а також на коефіцієнт звивистості k . Таким чином

$$S = n_m c_m k \quad (7.15)$$

Точність методу становить 2...3% від вимірюваної довжини.

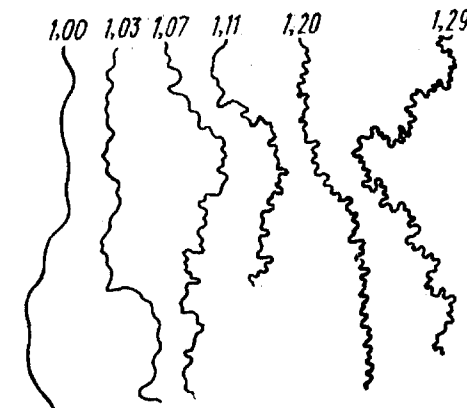


Рис. 7.14. Еталони коефіцієнтів звивистості.

Для підвищення точності виміру відстаней застосовують *поперечний масштаб*, що будується у вигляді паралельних рівновіддалених прямих, розділених так само, як і лінійний масштаб, на рівні відрізки (рис. 7.15). Довжина основи q може дорівнювати 1, 2, 4 або 5 см. Крайня ліва частина масштабу по лініях ділиться звичайно на 10 рівних частин, а точки розподілу з'єднуються похилими лініями (*трансверсальми*). У результаті такої побудови відрізки прямих між перпендикуляром і першою трансверсальною будуть різної довжини. Найменша з них є найменшою поділкою поперечного масштабу.

Методика виміру ліній за допомогою поперечного масштабу така. Вимірник із встановленим по карті розчином переносять на нижню лінію масштабу так, щоб одна його голка сполучилася з одним з перпендикулярів праворуч від нульової оцінки, а інша виявилася в межах крайньої лівої основи. Потім вимірник переміщують нагору доти, поки ліва голка не збіжиться з перетинанням однієї з похилих ліній з горизонтальною прямою, при цьому обидві голки повинні бути на одній горизонтальній прямій. Тепер досить підрахувати кількість основ, десятих і сотих його часток і помножити на попередньо встановлену ціну основи.

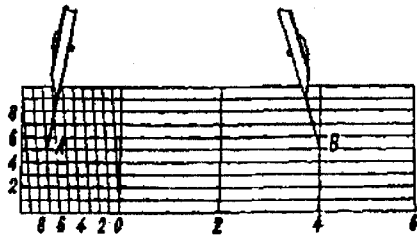


Рис. 7.15. Вимірювання відстані за допомогою поперечного масштабу.

Доведено, що *точність виміру* за допомогою поперечного масштабу дорівнює половині найменшого розподілу (для масштабу з основою 2 см. найменший розподіл дорівнює 0,2 мм, а його половина – 0,1 мм). Практично середня погрішність виміру досягає 0,3...0,4 мм (на десяти сантиметровому відрізку).

Звивисті лінії можна вимірювати також за допомогою *курвіметрів* – механічних портативних приладів (рис. 7.16).

Схематично він являє собою два колеса різного діаметра, з'єднаних

між собою шестірнею. Малим колесом *1* курвіметр прокочується по вимірюваній лінії; пройдений їм шлях відзначається стрілкою на шкалі великого колеса *2* у см. і в масштабі карти. *Точність вимірів* курвіметром залежить від звивистості ліній і коливається від 2 до 10%.

Для виключення прорахунків, підвищення точності й надійності результатів всі виміри рекомендується проводити двічі при будь-якому способі, у прямому й зворотному напрямках (за винятком виміру прямих відрізків одним розчином вимірника). При незначних розбіжностях за остаточний результат приймається середньоарифметичне значення обмірюваних величин.

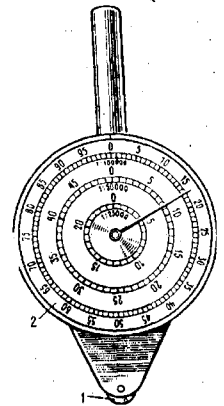


Рис. 7.16. Курвіметр.

7.4. Визначення площ

Під визначенням площі якої-небудь ділянки по топографічній карті розуміється сукупність вимірювальних і обчислювальних робіт, у результаті яких обчислюється площа ділянки в *земельній мері* (квадратних метрах, гектарах і ін.). Причому визначається площа не фізичної поверхні ділянки місцевості P_{ϕ} , а її проекції P на горизонтальну площину (рис. 7.17)

$$P = P_{\phi} \cos \alpha \quad (7.16),$$

звідки

$$P_{\phi} = P : \cos \alpha \quad (7.18).$$

Залежно від необхідної точності результатів застосовують різні способи визначення площі: за допомогою палетки, графічний, механічний, зважуванням, аналітичний, фотоселекційний (способи перераховані в порядку збільшення точності одержуваних результатів). Кожний зі способів може застосовуватися самостійно або в комбінації з іншими.

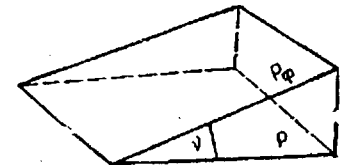


Рис. 7.17. Взаємне положення фізичної поверхні ділянки місцевості й горизонтальної площини.

Палетки. Це графічні побудови у вигляді сітки квадратів (рис. 7.18,

а), паралельних рівновіддалених ліній (рис. 7.18, б) і інших, виконаних на якій-небудь прозорій основі.

Перед початком роботи із квадратною (сітчастою) палеткою визначають величину її поділки p у мм² або см². Відомо, що $p = a^2$, де a – сторона поділки палетки в мм або см.

Для визначення площі ділянки (у поділках палетки) при $P = n_p$, палетку накладають на вимірювану ділянку й підраховують кількість її поділок n_p , що містяться усередині контуру ділянки. При цьому

$$n_p = n + (n' : 2) \quad (7.19),$$

де n – кількість повних;

n' – кількість неповних розподілів (розсікаються контуром ділянки).

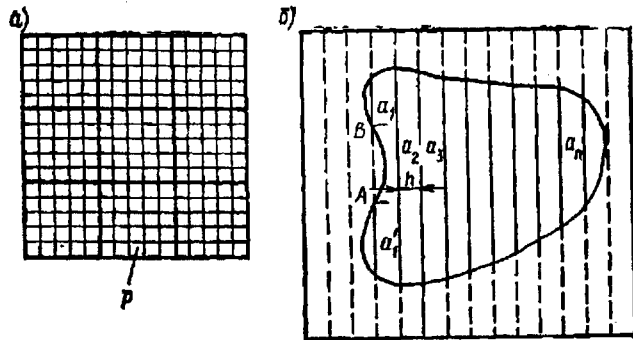


Рис. 7.18. Палетка:

а – квадратна, б – паралельна.

Щоб виразити вимірювану площу ділянки P у земельній мері (м², га, км²), обчислюють *ціну поділки палетки* c_p , тобто число одиниць земельної міри для карти конкретного масштабу, що відповідає одній поділці палетки

$$c_p = (ac)^2 \quad (7.20)$$

де c – ціна 1 мм (1 см) у масштабі карти залежно від одиниці виміру величини a ;

$$P = n_p \cdot c_p \quad (7.21)$$

Вимір повторюють, змінивши положення палетки щодо первісного, причому варто накладати палетку щораз так, щоб контур ділянки перетинав якнайменше поділок палетки. Потім визначають точність

вимірів і порівнюють її значення із припустимим. Якщо умова виконується, то за остаточне значення P приймають середнє арифметичне із двох результатів вимірів. Вважається, що припустима *точність* обчислення площі за допомогою палетки становить 1/50...1/100 вимірюваної площі.

Квадратні палетки рекомендується застосовувати для визначення площ малих ділянок (до 3 см²) із криволінійними границями. При приблизних підрахунках їх використовують і для визначення площ значних по розмірах територій. Основний недолік таких палеток – можливість грубого прорахунку у визначенні кількості поділок.

Імовірність грубих прорахунків зменшується при використанні *паралельної (лінійчатої) палетки*. Контур, вимірюваний такою палеткою, виявляється розчленованим на фігури, близькі за формою до трапецій з підставами a_1, a_2, \dots, a_n , висота яких h постійна (рис. 7.18, б). Сума площ цих трапецій складе площу контуру, тобто

$$P = [h(a_1 + a_2 + \dots + a_n)] c_p = c_p \left(h \sum_{i=1}^n a_i \right) \quad (7.22)$$

де c_p – ціна 1 мм виміру a і h .

При використанні паралельної палетки, вимірюють відрізки ліній палетки, що відсікаються контуром ділянки. Результати обчислень виражають у масштабі карти. Паралельною палеткою не рекомендується вимірювати площу ділянок більше 10 см².

Графічний спосіб. Доцільно застосовувати для обчислення площ ділянок розміром до 15 см². Ділянку, що має форму багатокутника, розбивають на прості фігури, площа яких може бути обчислена по відомих формулах. Доведено, що найбільш точні результати виходять при розбивці ділянки на трикутники, особливо якщо в них рівні основи a й висота h . Наявні на ділянці криволінійні відрізки меж замінюють близькими до них відрізками прямих (рис. 7.19). Результати обчислень переводять у масштаб карти. Площа ділянки

$$P = c_p \sum_{i=1}^n \frac{a_i h_i}{2} \quad (7.23)$$

Точність способу коливається в межах 1/100...1/200.

Механічний спосіб. Заснований на застосуванні *планіметра* – приладу, що дозволяє порівняно швидко й досить точно виміряти площу ділянки будь-якої конфігурації. При безпосередньому вимірі планіметром

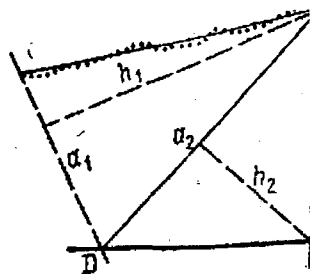


Рис. 7.19. Визначення площі ділянки графічним способом.

якої-небудь ділянки, його площа отримується у поділках планіметра й може бути виражена формулою

$$P = n_n \quad (7.24)$$

де n_n – кількість розподілів планіметра.

Теоретично, один розподіл планіметра являє собою деякий прямокутник у кілька квадратних міліметрів або сантиметрів (це залежить від підготовки приладу до роботи). Щоб виразити площу ділянки в земельній мері, необхідно встановити ціну поділки планіметра c_n . У такому випадку площа ділянки визначається за формулою

$$P = n_n \cdot c_n \quad (7.25)$$

Ціна поділки планіметра – це відповідна йому в масштабі карти площа ділянки місцевості в земельній мері. Завдання визначення c_n вирішуються встановленням кількості розподілів планіметра n_n' , що приходяться на ділянку, площа якої P' заздалегідь відома (звичайно це квадрати кілометрової сітки карти):

$$c_n = P' : n_n' \quad (7.26)$$

Серед приладів різної конструкції найбільше поширення мають полярні планіметри (рис. 7.20). Вони складаються із двох важелів, 1 і 5, що з'єднуються між собою шарніром 8, і рахункового механізму 6. Полісний важіль 1 постачений циліндром 2, що має голку, за допомогою якої планіметр закріплюється на робочій поверхні. Голка виконує роль полюса, навколо якого переміщуються важелі планіметра в процесі роботи. Обвідний важіль 5 закінчується обвідною голкою 4 (або індексом 4'), який ведуть по контуру вимірюваної ділянки, тримаючись за рукоятку 3.

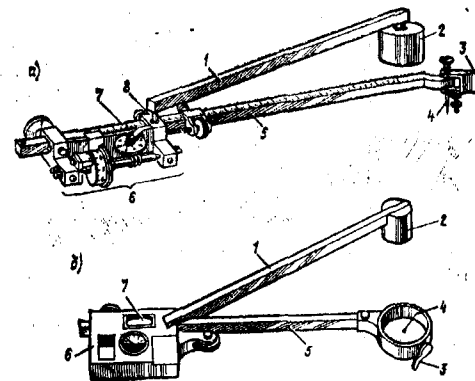


Рис. 7.20. Полярні планіметри: а – Амслера, б – ПП-М.

Для рахункового механізму планіметра (рис. 7.21) засновано на обертанні рахункового барабана 2 у процесі виміру при зіткненні його ободка 3 з поверхнею карти. Одна тисячна окружності ободка барабана є одиницею виміру площі – поділкою планіметра. Поділки планіметра відлічуються за допомогою шкал рахункового механізму: окружність барабана розділена на 100 частин. Для зняття відліку по барабану, механізм постачений верньєром 1 з нульовим штрихом і шкалою, що дозволяє визначати десяті частки розподілу барабана (це становить 1/1000 його окружності). Кількість оборотів барабана відлічується по циферблату 4 з покажчиком 5. Повний оборот циферблата становить 10 000 поділок планіметра.

Відлік по рахунковому механізмі складається із чотирьох цифр. Перша з них відлічується по циферблату – це молодша із двох цифр, визначаєма стосовно покажчика. Якщо покажчик (окремий випадок) перебуває над цифрою циферблата, тоді варто спочатку глянути на відлік по барабані. Якщо він у межах від 90 до 0 (100), то першою записується цифра, що передує тієї, над якою є покажчик; якщо ж відлік в інтервалі від 0 до 10, записується цифра, на яку вказує покажчик. Друга й третя цифри відліку визначаються по рахунковому барабану щодо нульового штриха верньєра, тобто друга – це молодша із двох цифр стосовно нуля верньєра, третя – кількість цілих поділок барабана між ліченою молодшою цифрою й нулем верньєру. Четверта цифра відповідає порядковому номеру штриха верньєру, що збігається з яким-небудь штрихом барабана (що утворює із ним загальну лінію). На рис. 7.21 відлік дорівнює 3721.

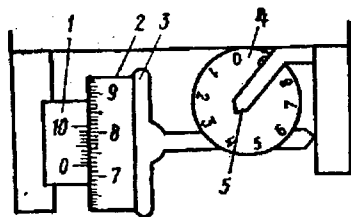


Рис. 7.21. Рахунковий механізм планіметра.

Схема роботи із планіметром така: карта закріплюється на поверхні стола; прилад встановлюється в робоче положення, при якому обвідний індекс сполучений із чітко вираженою точкою на межі ділянки. Важелі розташовуються так, щоб кут між ними був близький до 90° , а при обводі контуру ділянки він не був менше 30° і більше 150° (дотримання цієї умови перевіряється швидким обводом контуру). Голка полюсного циліндру після установки положення важелів вдавлюється в поверхню стола. Знімається відлік по рахунковому механізмі $N_{\text{поч}}$; обводиться контур ділянки обвідним індексом і знову знімається відлік $N_{\text{кін}}$; обчислюється різниця відліків n_n по формулі

$$n_n = N_{\text{кін}} - N_{\text{поч}} \quad (7.27)$$

Отримана різниця виражає площу в поділках планіметра.

Точність визначення площі планіметром залежить від багатьох причин. Встановлено, що з його допомогою доцільно вимірювати ділянки більше 20 см^2 . Малі ділянки, а також лінійно витягнуті об'єкти (дороги, канали, ріки й ін.) краще вимірювати палеткою або графічним способом. При сприятливих умовах роботи точність результатів близька до $1/200 \dots 1/400$ вимірюваної площі.

Спосіб зважування. Він заснований на застосуванні точних аналітичних ваг. Вимірювану ділянку переносять на прозорий пластик, що не деформується, вирізують по контурі й зважують. З отриманого контура вирізують еталонну фігуру (квадрат, коло), площа якого обчислюється по відомих формулах, і теж зважують. Тоді

$$P = B_{\kappa} P_e : B_e \quad (7.28)$$

де B_{κ} – маса цілого контура;

B_e – маса еталону;

P_e – площа еталону.

Точність цього способу не уступає точності механічного, але продуктивність його вище.

Аналітичний спосіб. Це спосіб обчислення площі ділянки по відомих координатах точок контуру, які визначаються на підставі польових вимірів. Порядок роботи поданий на рис. 7.22.

Точність аналітичного способу залежить від точності польових вимірів, тому його значення близькі до точності вимірів ліній на місцевості.

Технічний прогрес сприяє дослідженням в області автоматизації обчислювальних робіт у топографії. На сьогодні, застосування ПЕОМ спрощує й прискорює процес аналітичного способу визначення площ.

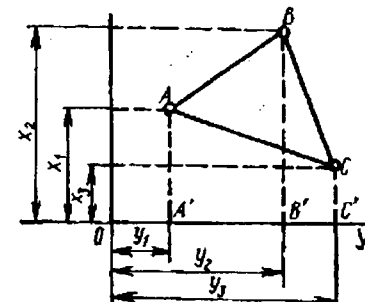


Рис. 7.22. Визначення площі ділянки аналітичним способом.

7.5. Визначення азимутів та дирекційних кутів

Будь-яка лінія на земній (рівневій) поверхні має напрям, який можна виразити кутом у градусах (або в іншій кутовій мірі), відлічених від початкової лінії або початкового напрямку, який називається орієнтувальним напрямом у прийнятій системі координат.

У системі географічних координат орієнтувальним взято напрям дійсного меридіана, а в плоскій системі зональних прямокутних координат Гауса – вісь X (абсциса), що є осевим (середнім) дійсним меридіаном зони.

Це означає, що в усіх орієнтувальних кутах одна сторона (напрямок) – координатна лінія з точно встановленим постійним напрямом. Тому кути, утворені координатними лініями та лініями, напрями яких вимірюють (лінією візування або лінією напрямку руху), називають орієнтувальними кутами, чи кутами напрямку.

Оскільки у топографії й геодезії для визначення напрямів служать дві системи координат, орієнтувальні кути також бувають двох видів:

⇒ утворені лініями географічної сітки, тобто меридіанами, та напрями ліній на місцевості;

⇒ утворені вертикальними лініями координатної (кілометрової) сітки, тобто осями прямокутної системи координат, і напрямками ліній на місцевості.

До першого виду відносяться азимут і румби, до другого – дирекційний кут.

При вимірюванні орієнтувальних кутів на станції, тобто з точки, відміченої кілочком, забитим у землю, частину дійсного або магнітного меридіана, яка лежить на північ від точки стояння, – називають північним кінцем, а ту, що лежить на південь, – південним кінцем дійсного або магнітного меридіана.

Орієнтувальні кути позначаються:

дійсний азимут – A_d ;

магнітний азимут – A_m ;

дійсний румб – R_d ;

магнітний румб – R_m ;

дирекційний кут – α ;

дирекційний румб – R_x .

Азимут – це кут (напряму руху) у градусах між північним кінцем меридіана за ходом годинникової стрілки і заданою лінією. Азимут вимірюється від 0 до 360° (рис. 7.23). Вони називаються магнітними або дійсними залежно від того, який з меридіанів є початковим напрямом.

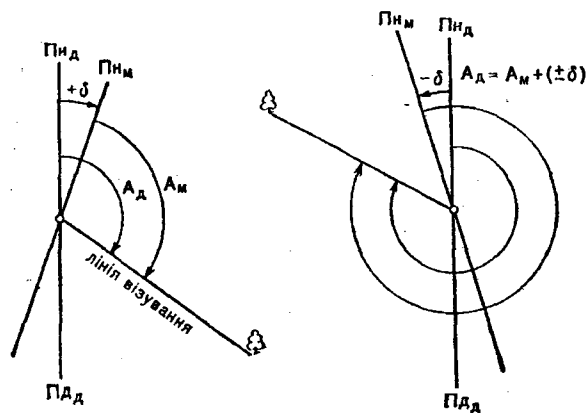


Рис. 7.23. Визначення азимутів.

Румбом (від англійського – напрям) називається напрям руху або лінія візування у градусах, відлічена від найближчого меридіана, тобто від його північного чи південного кінця.

Для визначення румбів виділяють чотири чверті – по 90° у кожній (рис. 7.24) – і відлічують їх за годинниковою стрілкою від північного кінця меридіана.

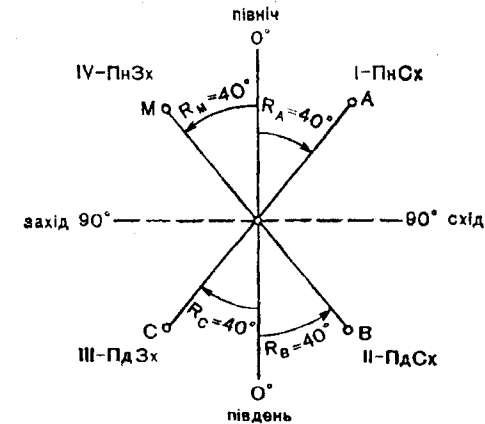


Рис. 7.24. Визначення румбів.

Вони називаються:

перша – північно-східна;

друга – південно-східна;

третя – південно-західна;

четверта – північно-західна. Градусна величина румбів напрямів може бути однаковою, тому перед нею ставлять назву чверті, наприклад: ПнСх 40° , ПдЗх 40° .

Залежно від того, який меридіан є початковим напрямом, румби бувають дійсними або магнітними, а якщо їх відлічують від осьового меридіана зони, то вони називаються дирекційними або осьовими.

Румби й азимут – величини взаємозалежні (табл. 7.2, рис. 7.25).

Коли на місцевості вимірюють невелику відстань (100...300 м), її напрям – дійсний азимут – має постійну величину в градусах, бо припускають, що географічні меридіани (полуденні лінії) на кінцях і посередині короткої лінії мають один напрям, тобто практично паралельні (рис. 7.26 а).

Таблиця 7.2

Залежність між румбами й азимутами

Номер і назва чверті	Значення азимута, град	Румб дорівнює	Азимут дорівнює
I – ПнСх	0 – 90	A	
II – ПдСх	90 – 180	$180^\circ - A$	$180^\circ - R$
III – ПдЗх	180 – 270	$A - 180^\circ$	$180^\circ + R$
IV – ПнЗх	270 – 360	$360^\circ - A$	$360^\circ - R$

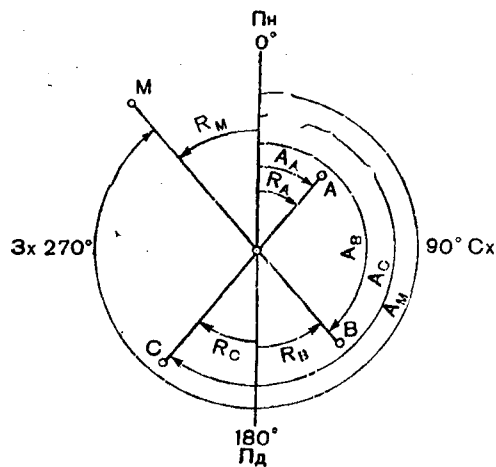


Рис. 7.25. Залежність між румбами й азимутами.

Під час вимірювання дійсного азимута, лінії довжиною кілька кілометрів або й кілька десятків кілометрів, дійсні азимуты на різних ділянках цієї лінії матимуть різну величину через зближення меридіанів (полуденних ліній) (рис. 7.26 б).

У топографії зближення меридіанів розглядають як кут нахилу осьового меридіана зони (осі X) відносно вертикальної сторони внутрішньої рамки карти, тобто географічного меридіана.

У топографії кути напрямів відлічуються від осьового меридіана зони. Таким чином, у кожній із 60-ти зон є свій осьовий меридіан для відліку напрямів.

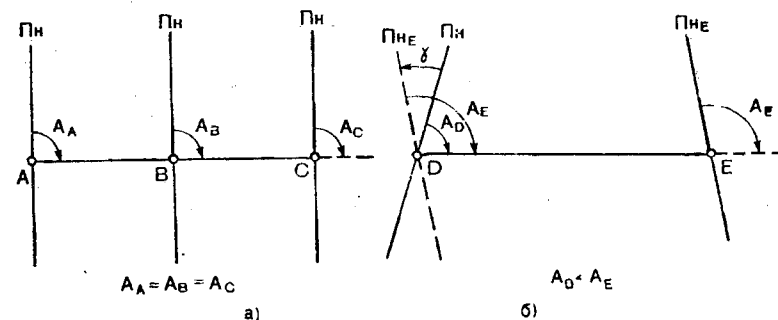
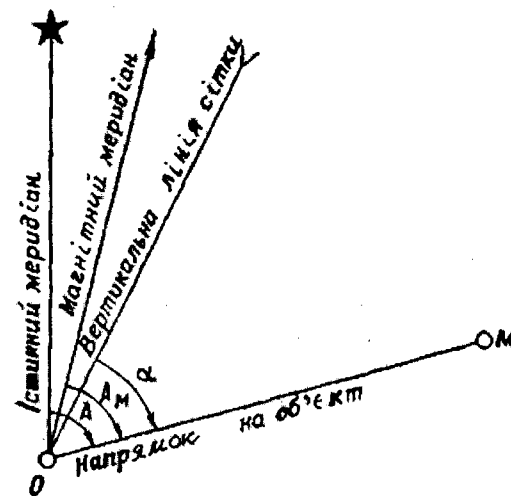


Рис. 7.26. Взаєморозташування ліній, у залежності від відстані.

Напрямок руху, або лінії візування, виражений у градусах, які відлічуються від північного кінця осьового меридіана зони чи лінії, паралельної осьовому меридіану, проведеної через точку стояння – станцію, називається дирекційним кутом α (рис. 7.27). Як і азимуты, дирекційні кути вимірюють від 0 до 360° .

На топографічних картах напрям осьового меридіана зони зображується на всій площі кожної зони у вигляді вертикальної лінії координатної сітки зональної системи прямокутних координат, що мається на кожному

Рис. 7.27. Дійсний азимут (A), магнітний азимут (A_M) і дирекційний кут (α).

аркуші топографічної карти. Під час вимірювання на топографічній карті дирекційних кутів транспортиром, градуси відлічують від північного кінця будь-якої вертикальної лінії координатної сітки, що перетинає лінію руху або візування.

Напрям лінії на місцевості визначають також відносно магнітного меридіана. Горизонтальний кут між напрямом північного кінця магнітного меридіана та лінією на предмет (орієнтир) називають магнітним азимутом A_m (рис. 7.27). Його відлічують за ходом годинникової стрілки від 0 до 360°.

Прості кути

Простим називають кут між двома напрямом, не орієнтованими відносно меридіана. Позначають їх буквою грецького алфавіту β (бета).

На рис. 7.28 а, величина кута між будинком і деревом дорівнює азимуту правої сторони кута (на будинок) мінус азимут лівої сторони кута (на дерево), тобто

$$\beta = 130^\circ - 60^\circ = 70^\circ$$

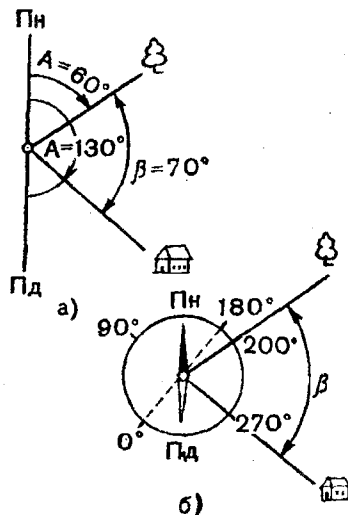


Рис. 7.28. Вимірювання простих кутів.

Щоб витратити менше часу на вимірювання простих кутів, градусну шкалу компаса, астролябії чи бусолі, під час встановлення на точці стояння (станції) не орієнтують за північним кінцем магнітної стрілки, а закріплюють у будь-якому положенні.

Як видно з рис. 7.28 б, відлік на градусній шкалі в напрямі будинку 270°, у напрямі дерева 200°. Отже, кут між будинком і деревом:

$$\beta = 270^\circ - 200^\circ = 70^\circ$$

Під час знімання, кути між сторонами полігона (багатокутника) вимірюють так, як показано на рис. 7.29. Такі прості кути називаються внутрішніми. Їх також позначають буквою β . Вимірюючи внутрішні кути, нульову поділку градусної шкали компаса чи астролябії орієнтують не за магнітною стрілкою, а за вісю передньої станції, тобто за напрямом сторони полігона (ходу). Провізувавши на віху задньої станції, читають на градусній шкалі величину внутрішнього кута.

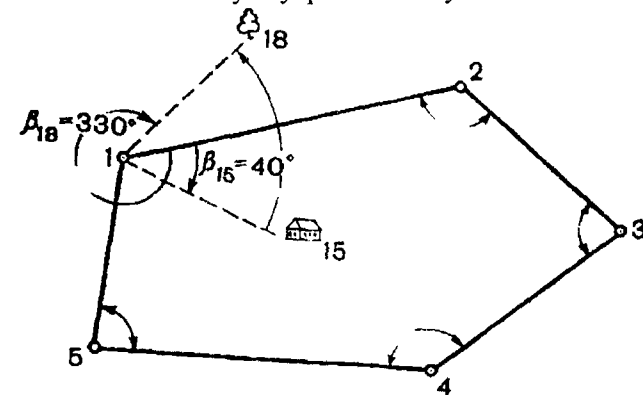


Рис. 7.29. Вимірювання внутрішніх кутів.

Якщо з такої ж станції знімають ситуацію, то кути вимірюють на всі характерні (знімальні) точки. На рис. 7.29 показано вимірювання кутів із станції 1 на точки 15 (будинок) і 18 (дерево), відлічуваних від напрямку на станцію 2:

$$\beta_{15} = 40^\circ, \beta_{18} = 330^\circ.$$

Між цими точками простий кут буде дорівнювати 70° (рис. 7.28 а, б).

Вимірювання і побудова дирекційних кутів на карті

Вимірювання і побудова дирекційних кутів на карті виконують, як правило, транспортиром. Шкали транспортирів побудовані, найчастіше, в градусній мірі.

Дирекційний кут якого-небудь напрямку, наприклад, зі спостережного пункту (A) на об'єкт (O), як це показано на рис. 7.30, вимірюють у точці O перетинання цього напрямку з однієї з вертикальних кілометрових ліній.

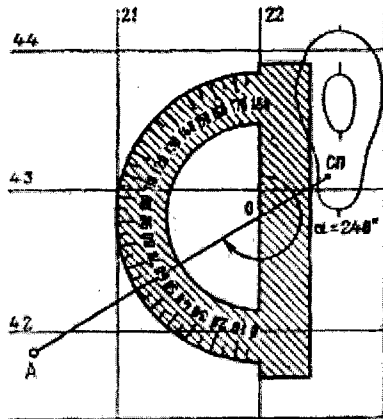


Рис. 7.30. Вимірювання дирекційного кута транспортиром.

Очевидно, що при вимірюванні транспортиром дирекційного кута, що має величину від 0 до 180° , необхідно нульовий радіус транспортира сполучати з північним напрямком вертикальної кілометрової лінії, а кутів, більших 180° , – з південним напрямом (див. рис. 7.30). В останньому випадку до отриманого відліку додають 180° .

Побудова на карті напрямків за їх дирекційними кутами починають з того, що через задану вершину кута проводять пряму, паралельну вертикальній кілометровій лінії. Від цієї прямої транспортиром і будується заданий кут.

Перехід від дирекційного кута до магнітного азимута і назад

Перехід від дирекційного кута до магнітного азимута і назад виконують тоді, коли на місцевості необхідно за допомогою компаса (бусолі) знайти напрям, дирекційний кут якого виміряний по карті, чи навпаки, коли на карту необхідно нанести напрям, магнітний азимут якого виміряний на місцевості за допомогою компаса.

Для рішення цієї задачі необхідно знати величину відхилення магнітного меридіана даної точки від вертикальної кілометрової лінії (рис. 7.31). Цю величину називають поправкою напрямку (Π):

$$\Pi = (\pm \delta) - (\pm \gamma) \quad (7.29)$$

Поправка напрямку і складові її кути – зближення меридіанів і магнітне схилення – указуються на карті під південною стороною рамки у вигляді схеми, що має вид, показаний на рис. 7.32.

Зближення меридіанів (γ) – це кут між дійсним меридіаном точки і вертикальною кілометровою лінією. Він залежить від віддалення цієї точки від осевого меридіана зони і може мати значення від 0 до $\pm 3^\circ$. На схемі показують середнє для даного листа карти зближення меридіанів.

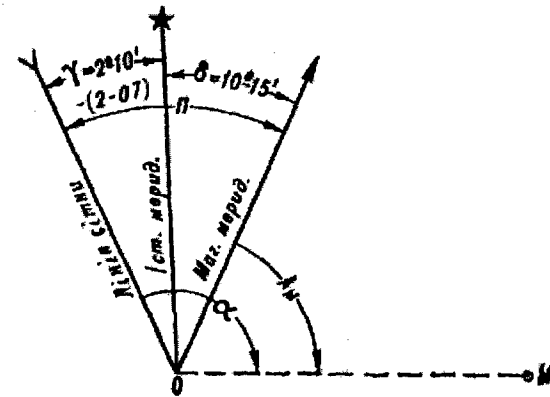


Рис. 7.31. Визначення поправки для переходу від дирекційного кута α до магнітного азимута A_m і назад.

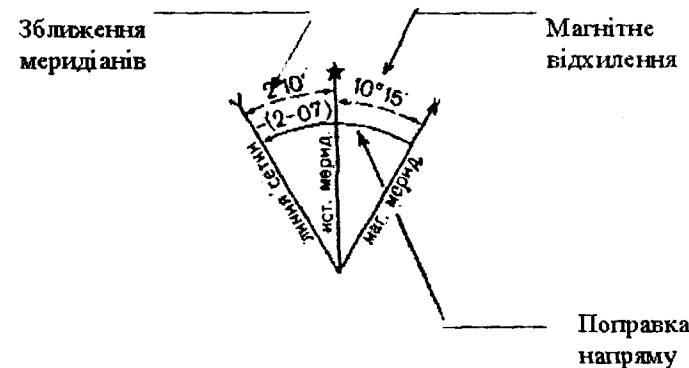


Рис. 7.32. Схема магнітного схилення, зближення меридіанів і поправка напрямку.

Магнітне відхилення (δ) – це кут між дійсним і магнітним меридіанами. На схемі зазначається на рік зйомки (відновлення) карти. У тексті, що подається поруч зі схемою, приводяться дані про напрямок і величину річної зміни магнітного схилення.

Щоб уникнути помилок у визначенні величини і знака поправки напрямку, рекомендується наступний прийом. З вершини кутів на схемі (рис. 7.31) провести довільний напрям OM і позначити дужкою дирекційний кут α і магнітний азимут A_m цього напрямку. Тоді відразу буде видно, які величина і знак поправки напрямку.

Якщо, наприклад,

$$\alpha = 97^\circ 12', \text{ то } A_m = 97^\circ 12' - (2^\circ 10' + 10^\circ 15') = 84^\circ 47';$$

При більш точних розрахунках, поправку напрямку визначають з урахуванням річної зміни магнітного схилення.

7.6. Визначення кількісних характеристик рельєфу

7.6.1. Побудова профілю місцевості за картою

Для побудови профілю треба вибрати горизонтальний і вертикальний масштаби так, щоб вертикальний був більшим від горизонтального у слабо розчленованій місцевості у 10 раз, а в гористій – у 5 раз.

Нехай нам треба побудувати профіль долини річки за топографічною картою масштабу 1:25 000 по лінії відмітка 171,8 – висота 156,9, г. Гола (рис. 7.33). Найшвидше і найпростіше це зробити у горизонтальному масштабі топографічної карти. Вертикальний масштаб вибирають довільно. Для цього треба взяти аркуш паперу (див. рис. 7.33), провести потрібну кількість горизонтальних ліній на відстані висоти перерізу рельєфу у вертикальному масштабі (на рис. 7.33 прийнятий масштаб 1:2 000 – в 1 см 20 м) і підписати відповідні відмітки.

Для побудови профілю верхній край аркуша паперу кладемо вздовж лінії профілю і переносимо на його край короткими вертикальними рисками всі перетини лінії профілю з горизонталями і біля кожної з них підписуємо відмітку відповідної горизонталі.

Від усіх рисок опускаємо перпендикуляр до перетину їх з горизонтальними лініями, позначеними відповідними відмітками. Утворені точки перетину сполучаємо плавною кривою і одержуємо лінію профілю.

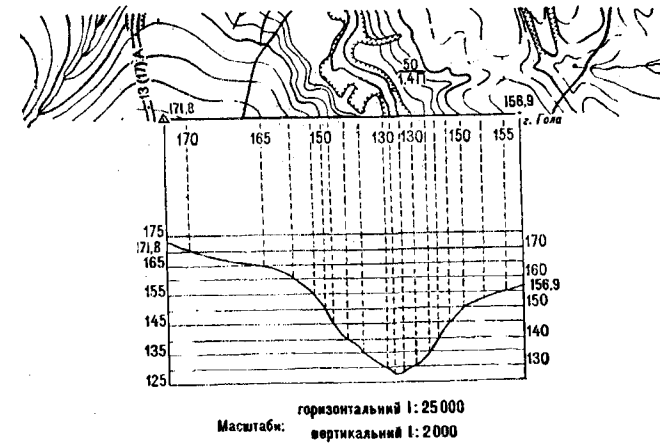


Рис. 7.33. Побудова профілю.

7.6.2. Визначення форми схилів за топографічною картою

Одними з важливих деталей рельєфу є схили, тобто бічні, похилі форми рельєфу.

Схили характеризуються рядом елементів, які визначають їх особливості:

- **крутість** – кут нахилу схилу до горизонтальної площини (рівневої поверхні);
- **висота** – перевищення верхньої точки схилу над нижньою;
- **напрямок схилу** – напрям найкоротшої відстані від верхньої точки схилу до нижньої, по якій крутість схилу найбільша;
- **довжина**, або **протяжність**, схилу (похила дальність);
- **закладання** – проекція схилу (його довжини) на горизонтальну площину (горизонтальні прокладання на рівневій поверхні).

Усі ці елементи взаємозв'язані й взаємозалежні.

Звичайно схили класифікують за крутістю:

пологі мають крутість до 10° ;

середні – до 20° ;

круті – до 30° ;

великої крутості – до 40° ;

дуже круті – до 60° ;

увисті – понад 60° .

За формою схили бувають рівні, опуклі, увігнуті й хвилясті. На топографічній карті форми схилів визначають за взаєморозташуванням горизонталей на схилі.

На рівному схилі горизонталі розташовані на однакових відстанях. Горизонталі опуклого схилу зближуються до підосви, а на увігнутому, навпаки, – до вершини. На хвилястому схилі відстані між горизонталями то менше, то більше.

7.7. Рух на місцевості за топографічною картою

На початку руху орієнтують карту, визначають на ній точку стояння і зв'язують карту з місцевістю. Орієнтувати карту краще після її закріплення на планшеті (листі фанери, пластику, твердого картону).

Зорієнтувати карту – означає надати їй положення, за якого верхня сторона рамки карти буде повернена на північ, а усі напрями й лінійні об'єкти на карті будуть паралельними відповідним напрямом і об'єктам на місцевості.

Найкраще карту орієнтувати за допомогою візирної лінійки (на добре помітні на місцевості орієнтири, позначені на карті) і за компасом.

Під час орієнтування карти за лінійними орієнтирами, наприклад за дорогою, треба стати на дорозі й визначити місце (точку) свого стояння. Для цього, тримаючи карту горизонтально, повертають її так, щоб умовний знак дороги на карті (лінія дороги) збігався з її напрямом на місцевості, а зображення двох орієнтирів знаходилося, як і вони самі, зліва і справа від дороги (рис. 7.34).

Орієнтуючи карту за напрямом на вибраний орієнтир, треба прикласти на ній ребро візирної лінійки до точки стояння і до умовного знака орієнтира (об'єкта). Потім, повернувшись обличчям до орієнтира, підняти карту до рівня ока (лівого чи правого), щоб проти нього був кінець візирної лінійки, суміщеної з точкою стояння. Візуючи вздовж верхнього ребра лінійки, повертають карту (не лінійку!) так, щоб лінія візування була спрямована на орієнтир. У такому положенні карта буде точно зорієнтована.

Щоб зорієнтувати карту за компасом, треба прикласти його до східної або західної вертикальної лінії внутрішньої рамки карти, тобто до

географічного (дійсного) меридіана. Причому нульовий діаметр лімба компаса (поділки 0 – 180° або Пн-Пд.) точно суміщають з лінією дійсного меридіана. За схемою меридіанів визначають величину магнітного схилення. Потім, не змінюючи положення компаса, повертають карту так, щоб проти північного кінця магнітної стрілки встановився штрих відповідно до величини магнітного схилення. Таким чином карта буде зорієнтована.

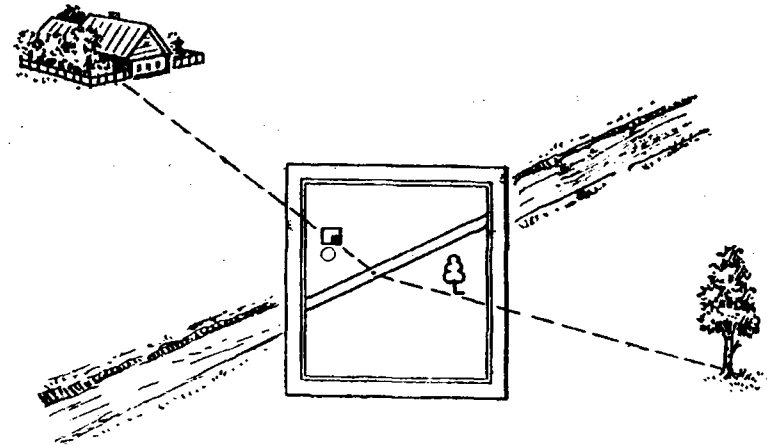


Рис. 7.34. Орієнтування карти за напрямом та лініями місцевості.

Точку стояння за картою можна визначити за місцевими предметами і характерними деталями форм рельєфу. Якщо біля точки стояння немає предмета, позначеного на карті, то її визначають на око за найближчими орієнтирами на місцевості, зображеними умовними знаками, попередньо зорієнтувавши карту (рис. 7.35).

Під час руху бездоріжжям точку стояння визначають засічкою. Для цього спочатку орієнтують карту за компасом. Потім, розпізнавши не менш як два об'єкти, візують на них лінійкою (олівцем), зберігаючи положення зорієнтованої карти. Накресливши лінії візування, дістають засічку, тобто точку стояння. Для більшої точності доцільно провізувати на третій орієнтир і зробити подвійну засічку (рис. 7.36).

Під час руху дорогою чи вздовж якого-небудь іншого лінійного орієнтира або сторони контуру (лісу, саду тощо), точку стояння можна

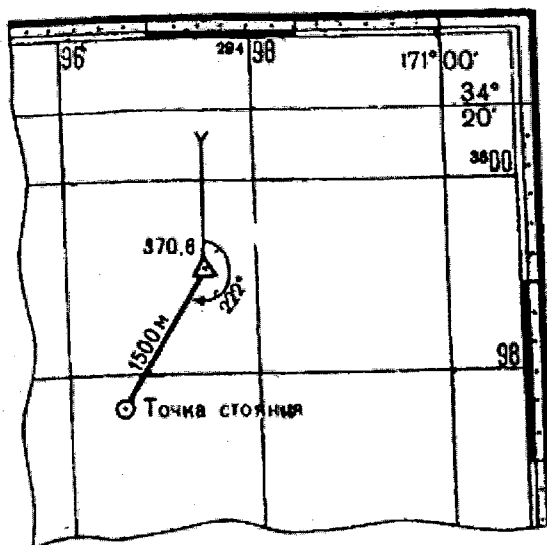


Рис. 7.35. Визначення точки стояння за напрямом та відстанню.

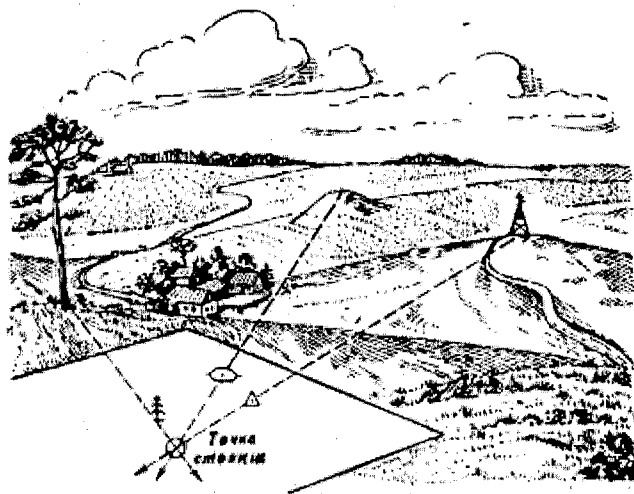


Рис. 7.36. Визначення точки стояння зворотною засічкою.

визначити засічкою за одним встановленим орієнтиром, зображеним на карті. Для цього карту орієнтують за компасом і тримають її у зорієнтованому положенні. Потім прикладають ребро лінійки до зображення орієнтира на карті (умовного знака) й, повертаючи лінійку навколо цього зображення, візують на орієнтир і проводять лінію візування до перетину її з дорогою.

Якщо з боку від дороги є два орієнтири, нанесені на карту, й такі, що утворюють створ, то, йдучи вздовж дороги, виходять у створ цим орієнтирам на місцевості й орієнтують карту. Провівши на карті лінію створу до перетину з дорогою, дістають точку стояння. У цьому випадку карту орієнтувати за компасом не треба.

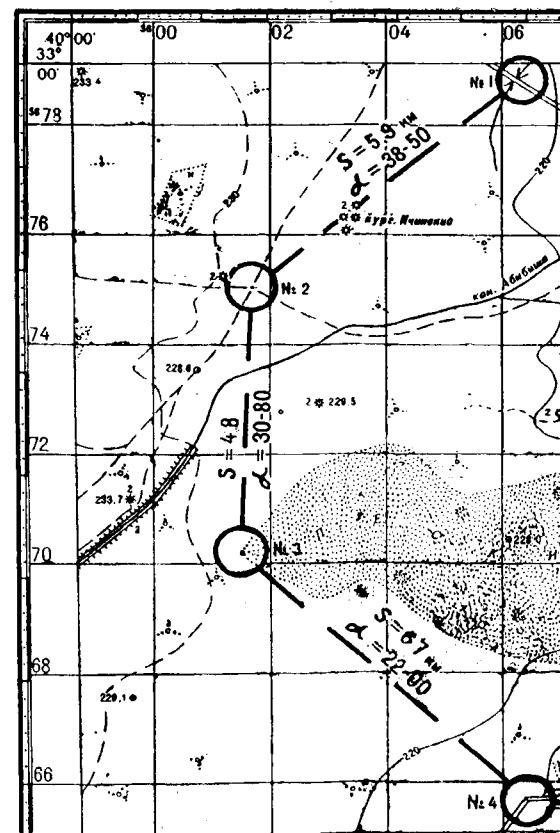


Рис. 7.37. Схема маршруту для руху по азимуту.

По малознайомій закритій місцевості без доріг, у горах, лісі, пустині, або вночі, тобто в умовах обмеженої видимості, рухаються за азимутами. Найважливіше у цьому способі уміти точно додержувати за компасом потрібного напрямку руху і тим самим забезпечити вихід до наміченого пункту (точки).

Зорієнтувавши карту, намічають на ній маршрут руху (рис. 7.37), вибирають для точок повороту добре виражені на місцевості точки-орієнтири.

Потім транспортиром вимірюють дирекційні кути кожної ділянки маршруту і, ввівши поправку напрямку, визначають магнітні азимути. Крім того, вимірюють відстані (довжини) кожної ділянки (від одного повороту до іншого), переводять їх у пари кроків і визначають час проходження кожної ділянки. Результати вимірювань і обчислень записують у таблицю (табл. 7.3).

Таблиця 7.3.

Результати вимірювань і обчислень

Ділянка маршруту	Магнітний азимут, град.	Відстань		Час руху, хв.
		м	пари кроків	
1. Табір - окреме дерево	45	342	220	6
2. Окреме дерево – поворот дороги	108	450	300	8
3. Поворот дороги – лісництво	62	720	80	12

Після цього на карті креслять маршрут чіткими тонкими лініями і дані з таблиці наносять на карту. Якщо карти немає, то складають схему маршруту руху.

Під час руху по магнітному азимуту на кожній точці повороту знаходять за компасом потрібний напрям. Якщо видимість добра, намічають на лінії (напрямі) руху помітний орієнтир і рухаються у його напрямі. Якщо видимість погана і по азимуту руху орієнтира немає або його не видно, рухаються за компасом. У цьому випадку через незначні проміжки часу зупиняються, щоб заспокоїти магнітну стрілку та, звіривши покази магнітної стрілки із записаним магнітним азимутом, внести поправку в напрям, а потім продовжують рухатися, відлічуючи пари кроків.

Якщо час руху обмежений, то зупинок не роблять і показання компасної стрілки контролюють у процесі руху, намагаючись спокійно тримати компас у руці.

Під час руху треба використовувати найменшу можливість для зіставлення карти з місцевістю. Уночі, якщо немає хмар, орієнтуються ще й за Полярною зіркою. Орієнтуючись за іншою зіркою, слід враховувати її переміщення на небосхилі і, щоб не збитися з маршруту, через кожні 15 хв. перевіряти правильність руху.

Розділ 8

ЗНІМАННЯ МІСЦЕВОСТІ

□ План (логіка) викладу і засвоєння матеріалу:

- 8.1. Види робіт зі створення топографічних карт.
- 8.2. Класифікація зйомок. Поняття про відновлення карт.
- 8.3. Методи і види знімання місцевості.
- 8.4. Створення робочої основи знімання.
- 8.5. Основні способи знімання ситуації.
- 8.6. Тахеометрична зйомка.
- 8.7. Сутність мензульної зйомки.
- 8.8. Географічний опис місцевості.

8.1. Види робіт зі створення топографічних карт

Топографічні зйомки як комплекс робіт, необхідних для створення топографічних карт і планів, виконуються по єдиних вимогах до повноти, ступеню деталізації, точності відображуваних на карті відомостей, способам зображення елементів місцевості й ін.

У процесі створення карт виконують різні роботи, які умовно можна розділити на кілька груп (видів).

★ До *першої групи* ставляться роботи з географічного вивчення місцевості з використанням раніше виданих карт, літературних джерел, інших матеріалів. Закінчується таке вивчення місцевості (камеральне) польовим обстеженням, у результаті якого уточнюються попередні відомості, збираються додаткові дані. На підставі цієї роботи складаються редакційні вказівки, спрямовані на забезпечення вірогідності й повноти змісту карт, що визначають відповідно до обраного масштабу зйомки правила зображення на карті особливостей території та генералізації окремих її елементів. Вказівки сприяють досягненню наочності й виразності карти, однаковості в показі однорідних, але територіально роз'єднаних елементів місцевості.

★ *Друга група робіт* включає підготовку знімальної мережі (геодезичного обґрунтування у вигляді планових і висотних мереж).

Густота точок такої мережі на місцевості залежить від масштабу й способів зйомки, характеру місцевості.

★ *Третя група* – безпосередньо знімальні роботи, необхідні для одержання карти або плану. Зйомка включає визначення планових координат елементів ситуації, їхніх обрисів і планових та висотних координат характерних точок і ліній рельєфу. Для цього в процесі зйомки необхідно одержати значення горизонтальних проложень ліній місцевості, горизонтальних кутів між прямолінійними елементами, що утворюють контури об'єктів або визначають напрямок ліній щодо сторін світу (їхнє орієнтування), а також вертикальних кутів (кутів нахилу місцевості), від величини яких залежить перевищення між окремими точками місцевості. Горизонтальні проложення й перевищення можуть бути отримані:

⇒ на підставі розрахунків, якщо на місцевості вимірялися дійсні відстані й кути нахилу;

⇒ безпосередньо в процесі знімальних робіт при використанні номограмних геодезичних приладів.

★ *Четверта група* включає роботи із зображення на папері (планшеті) результатів знімальних робіт, тобто роботи зі створення картографічного зображення місцевості (карти або плану).

Конкретний зміст і послідовність виконання окремих видів робіт залежать від прийнятого способу зйомки. Перераховані види робіт супроводжуються додатковими (допоміжними) видами: заповненням різної документації, веденням польових журналів, обчислювальними роботами, складанням схем і проведенням інших робіт, зміст і обсяг яких також, визначається способом і технологічною схемою одержання карт.

Як і створення геодезичної мережі, зйомки великих територій здійснюються за принципом «від загального до часткового». Загальним є мережа опорних пунктів, зв'язаних єдиною системою координат, а частковим – знімальні роботи, у процесі яких визначається положення елементів місцевості відносно опорних пунктів. Другий принцип проведення зйомки – *контроль правильності робіт* на всіх стадіях (знімальних, обчислювальних і ін.).

Безпосередньо за допомогою топографічної зйомки створюються великомасштабні топографічні карти (1:25 000 і крупніше). У процесі зйомки одержують *знімальний оригінал карти*. Топографічні карти масштабу 1:50 000 і дрібніше створюються камеральними методами,

при яких картографічне зображення місцевості одержують на підставі приведення до заданого масштабу великомасштабних карт і генералізації показаних на них елементів місцевості. Результатом такої роботи є *складальний оригінал карти*. Розробкою камеральних методів створення карт, у тому числі топографічних, займається картографія. Знімальні й складальні оригінали карт – вихідний матеріал для їхнього видання.

8.2. Класифікація зйомок. Поняття про відновлення карт

Топографічні зйомки виконуються різними приладами із застосуванням різних матеріалів реєстрації одержуваних вихідних даних. Традиційно зйомки діляться, насамперед, залежно від місця знаходження знімального обладнання в процесі зйомки на *наземні й повітряні* із застосуванням фотографічних приладів (аерофототопографічна зйомка). Однак становлення й розвиток наземної зйомки з використанням фотографій місцевості дає підставу класифікувати зйомки на *топографічні й фототопографічні* з подальшим підрозділом їх на наземні й повітряні. Зйомки можуть бути також розділені на *зйомки суші й зйомки шельфу*.

Найбільше часто зйомки класифікують залежно від застосовуваних приладів. Зйомка проводиться в повному обсязі, коли виконуються всі передбачені види робіт, або по скороченій програмі, пов'язаній з так званим *відновленням карт*.

Відновлення карт – процес, у результаті якого зміст карти приводиться у відповідність із сучасним станом місцевості. Необхідність відновлення пов'язана з тими змінами місцевості, які постійно виникають під впливом діяльності людини й природних факторів (зміна політико-адміністративних меж, поява нових або розширення існуючих населених пунктів, промислових підприємств, створення нових гідротехнічних споруд, оранка значних ділянок земель, зміна русел рік і берегової лінії водойм, площі лісових масивів і ін.). Невідповідність виданих карт сучасному стану місцевості викликає утруднення в їхньому застосуванні для рішення господарських, інженерних і науково-технічних завдань.

Практика показує, що змінам піддаються в основному елементи ситуації, рельєф змінюється рідко й на невеликих ділянках. Тому в більшості випадків на картах обновляється тільки ситуація, убираються зниклі й вносяться нові об'єкти. Відновлення проводиться, як правило, з

використанням матеріалів аерофотознімання, наближених за часом до моменту відновлення карт.

Види й способи топографічної зйомки місцевості

Види топографічної зйомки визначаються залежно від застосовуваних приладів. У теперішній час у практиці географічних досліджень застосовуються *тахеометрична зйомка*, виконувана за допомогою *тахеометрів*, і *мензульна зйомка*, проведена за допомогою *мензули й кіпрегеля* (мензульного комплексу). В окремих випадках використовується *бусольна зйомка*, основним геодезичним приладом при якій є *бусоль*, і *окомірна зйомка*. Основу останньої становлять визначення довжин ліній на місцевості «на око». На місцевості зі слабко вираженим рельєфом знаходить застосування *нівелювання поверхні* (методом геометричного нівелювання).

8.3. Методи і види знімання місцевості

Наземні топографічні знімання ділянок місцевості залежно від призначення, тобто від того, яку кінцеву продукцію треба одержати (план, топографічний план, профіль), поділяють на горизонтальні (планові), вертикальні (нівелювання) та висотно-планові, чи сумісні.

Горизонтальне знімання залежно від методу вимірювання горизонтальних кутів (азимутів і румбів) поділяють на кутовимірювальне і кутоначергальне.

Під час кутовимірювального знімання ситуації напрям на предмет, що знімається, зі станції вимірюють у градусах й мінутах від напрямку північного кінця магнітного меридіана до лінії візування за допомогою горизонтального лімба компаса чи бусолі.

Складаючи план за результатом кутовимірювального знімання, точку, з якої знімали, позначають як станцію. Через неї проводять магнітний меридіан, від північного кінця якого транспортиром відкладають виміряний азимут і проводять лінію візування на об'єкт.

При *кутоначергальному зніманні* об'єкта над станцією встановлюють планшет (майбутній план), який орієнтують за напрямом магнітного меридіана. Із станції *I*, позначеної на планшеті точкою, за допомогою візирної лінійки, проводять оптичним лінійою візування на предмет, що знімається (окреме дерево, наприклад).

В обох випадках лінія візування на предмет та сама, але метод її нанесення на план (планшет) різний. У першому випадку лінію візування проводять на плані за допомогою транспортира, у другому – безпосередньо в полі креслять на плані. Місце дерева на плані знаходять, відкладаючи на проведеній лінії візування виміряну відстань від станції до дерева у заданому масштабі.

Залежно від інструмента, яким знімають, кутовимірвальне знімання поділяють на види: екерне, бусольне (компасне) і теодолітне, а кутоначертальне – на окомірне та мензульне.

Вертикальне знімання (нівелювання) здійснюють для визначення висоти місцевості, для висотних характеристик об'єктів ситуації, розташованих на фізичній чи топографічній поверхні, і для зображення рельєфу горизонталями.

Існують такі висотні характеристики:

- абсолютна (дійсна) висота, або відмітка;
- умовна висота;
- відносна висота (перевищення);
- власна висота.

Абсолютна (дійсна) висота – це висота точки, яку в Україні визначають від нуля Кронштадтського футштока, тобто від рівня моря. Позначають її – H .

Зображена на плані чи карті, висотна характеристика точки, наприклад 325,6 – це відмітка цієї точки у метрах.

Якщо з будь-яких причин немає змоги чи потреби відлічувати висоту від рівня моря, її визначають від умовної поверхні, тобто від точки на місцевості, позначеної на земній поверхні і зручної для відлічування висоти. Висота (відмітка) точки, визначена від умовної поверхні, називається умовною висотою, або умовною відміткою.

Відносна висота (перевищення) – це висота точки, визначена відносно іншої точки, тобто точки, на якій встановлено топографічний прилад. Так, на рис. 8.1, висота станції 2 відносно станції 1 дорівнює $+h_2$, – перевищення (додатне). Якщо нівелюють з точки 3 на точку 4, то перевищення точки 4 відносно 3 буде від'ємним ($-h_4$).

Якщо абсолютна висота точки $A = H_A$, то абсолютна висота точки B

$$H_B = H_A + (+h) \quad (8.1)$$

Звідки

$$H_A = H_B + (-h) \quad (8.2)$$

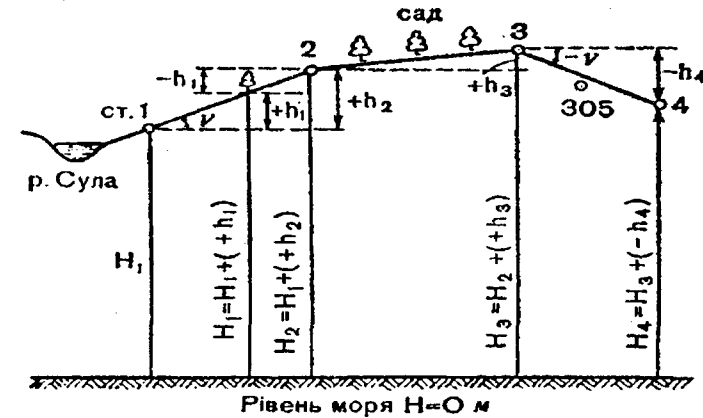


Рис. 8.1. Визначення перевищень точок.

З цих формул можна зробити висновок, що перевищення – це різниця відміток двох точок, тобто відносна висота точки.

Якщо взята на земній поверхні перша точка має перевищення відносно другої, то й ця друга точка відносно першої має перевищення в метрах і сантиметрах, що дорівнює тій самій абсолютній величині, тільки з протилежним знаком. Це саме правило дійсне і для умовної висоти, тобто

$$H_{B.ум.} = H_{A.ум.} + (\pm h) \quad (8.3)$$

У практиці вимірювань перевищень і висот барометром-анероїдом (барометричне нівелювання) виміряну висоту називають альтитудою.

Вертикальне знімання (нівелювання) залежно від методу визначення відносних висот (перевищення однієї точки відносно другої) буває геометричним, тригонометричним, барометричним та ін.

Висотно-планове (сумісне) знімання, залежно від застосовуваного під час знімання головного інструмента, поділяють на тахометричне (швидке) і мензуальне (топографічне).

При цих видах знімання одночасно знімають ситуацію і рельєф, тобто контурні й пікетні точки. Як правило, серед них вибирають такі, щоб вони були одночасно і контурними, і пікетними, тобто забезпечували

знімання планове й висотне, результатом якого є топографічний план із зображенням ситуації і рельєфу. Крім того, інколи, при потребі мати топографічний план місцевості чи маршруту, окомірне знімання поєднують з барометричним нівелюванням.

За допомогою усіх видів знімання можна знімати ділянку (площу) або маршрут (трасу).

8.4. Створення робочої основи знімання

Під час планових знімачь, положення кожної (характерної) точки визначається двома координатами: напрямом (азимутом) і відстанню. У результаті знімання на контурному плані зображується тільки ситуація (без рельєфу).

Під час топографічного знімання положення кожної точки, яку знімають, визначається трьома координатами: напрямом, відстанню і висотою. У результаті на топографічному плані зображуються ситуація і рельєф (горизонталями).

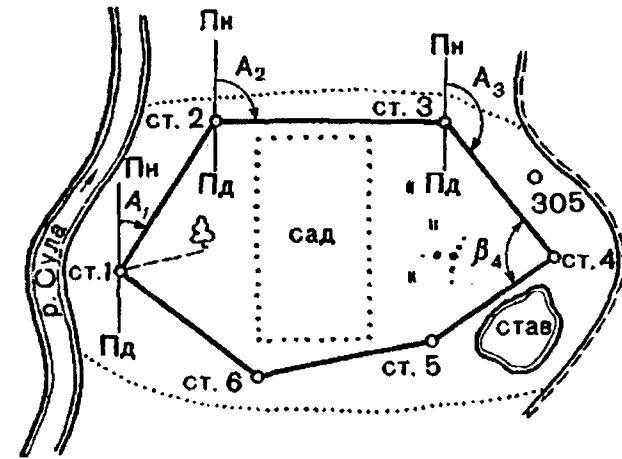
Знімаючи ситуацію, визначають місце положення окремих точок (дерева, колодязя, рогу будинку, стовпа тощо), відносно одна одної і потім розташовують їх на плані у заданому масштабі точно так, як вони знаходяться на місцевості. Для цього, до початку знімання, встановлюють закріплені точки, місцеположення яких відоме. З таких точок-станцій топографічним інструментом (компасом, бусоллю, мензулою, нівеліром, екліметром) знімають ситуацію, яка прилягає до кожної з них. Утворюється полігон, що становить робочу основу (ніби каркас майбутнього плану).

Отже, положення кожної точки ситуації і рельєфу визначають відносно найближчої станції чи сторони полігона (лінії між двома станціями).

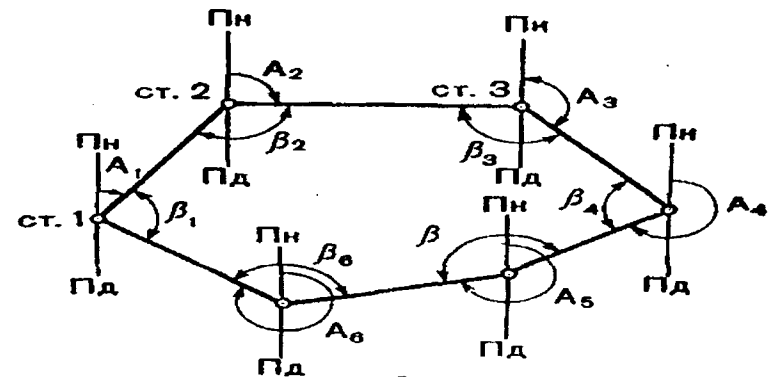
На рис. 8.2 а, зображена ділянка місцевості протяжністю із заходу на схід приблизно 400 м і з півночі на південь – 250 м. Як видно з рисунка, зняти ситуацію на всій ділянці з однієї станції неможливо. Тому її знімають частинами. На місцевості вибирають кілька станцій, на яких встановлюються топографічні прилади і закріплюють їх кілочками (на рис. 8.2 а їх шість).

Щоб усі шість станцій утворили робочу основу знімання, треба визначити положення кожної окремої станції відносно решти п'яти. Для

цього встановлюють компас (рис. 8.2 б) на першій станції, вимірюють магнітний азимут напрямку на станцію 2, тобто магнітний азимут першої сторони полігона A_1 , і відстань між станціями 1 і 2. Виконуючи ці вимірювання послідовно з усіх шести станцій, визначають положення (місце) кожної станції відносно решти. За допомогою транспортира і лінійки, у заданому масштабі, креслять полігон, знаходять місце кожної станції на аркуші креслярського паперу – майбутньому плані.



а)



б)

Рис. 8.2. Порядок знімання ситуації на ділянці місцевості.

Створюючи робочу основу, можна замість магнітних азимутів сторін полігона виміряти внутрішні кути ($\beta_1, \beta_2, \beta_3$ і т. д, рис. 8.2 б), утворені передньою та задньою сторонами полігона, а також виміряти відстань між станціями. У цьому разі полігон креслять за допомогою транспортира й лінійки за внутрішніми кутами і довжинами сторін. Для орієнтування полігона на плані слід обов'язково виміряти азимут першої його сторони. При накладанні робочої основи (кресленні полігона) на план, станція 1 позначається на папері в такому місці, щоб план не «зійшов» з нього і розмістився б посередині аркуша.

З кожної станції знімають видиму частину ділянки, що прилягає до неї. Наприклад, із станції 1 можна зняти контур західного і східного берегів р. Сули, окреме дерево і решту ситуації та рельєф. Із станції 2 знімають контур берегів річки, які прилягають до станції, північно-західну межу ділянки, північно-західний ріг саду та інші об'єкти і рельєф. Таким чином, робоча основа з станцій та сторін (ліній між станціями), створена на ділянці до початку знімання, забезпечує послідовне знімання ситуації та рельєфу на площі всієї ділянки місцевості. Це основне призначення робочої основи знімання.

Друге її призначення – забезпечити нанесення знятих характерних точок ситуації та рельєфу на аркуш креслярського паперу, на основі чого креслять план ділянки. Це роблять так: на план (аркуш паперу) спочатку наносять (креслять) робочу основу з шести станцій (у нашому прикладі) у вигляді замкнутого полігона, який має шість сторін. Потім з кожної станції, за допомогою транспортира, відкладають напрям (азимут) на зняту точку і відстань від неї (у заданому масштабі).

Наприклад, щоб одержати на плані місце окремого дерева (рис. 8.2 а), зі станції 1 наносять олівцем азимут напрямку на дерево у вигляді лінії візування і відкладають на ній у масштабі відстань від станції до дерева. Утворена точка – це місце дерева, розташоване на плані відносно інших характерних точок ситуації точно так, як і на місцевості.

Коли знімають тільки ситуацію, планова робоча основа створюється у вигляді замкнутого чи розімкнутого полігона.

При зніманні висотно-плановому (топографічному), для визначення третьої координати (дійсної висоти) окремого дерева, розташованого на місцевості між станціями 1 і 2, треба, за допомогою екліметра, зі станції 1 виміряти кут нахилу місцевості та відстань до дерева і

обчислити перевищення – висоту дерева відносно станції. Абсолютна висота дерева дорівнюватиме алгебраїчній сумі абсолютної висоти (відмітки) станції 1 і перевищення, тобто

$$H_{\text{двр}} = H_1 + (\pm h)$$

Таким чином, щоб визначити абсолютну висоту окремого дерева, треба знати абсолютну висоту станції, з якої ведуть знімання (у нашому прикладі станції 1).

Якщо із станції 3 під час знімання рельєфу визначати дійсну висоту пікетної точки 305, треба, крім напрямку на цю точку і відстані до неї, виміряти кут нахилу, а потім обчислити перевищення, яке буде в цьому разі від'ємним. Дійсна висота (відмітка) точки 305 дорівнює

$$H_{305} = H_3 + (-h)$$

Отже, для знімання рельєфу слід визначити абсолютні чи умовні висоти (відмітки) усіх станцій робочої основи (вершин полігона). Як видно з рис. 8.1, висота передньої станції дорівнює алгебраїчній сумі висоти задньої станції і перевищення передньої станції відносно задньої. Щоб визначити абсолютні чи відносні висоти всіх станцій, тобто створити висотну робочу основу, треба знати висоту однієї станції, яку визначають за картою чи за іншими джерелами. За початок умовної висоти можна взяти станцію 1.

Робоча основа може складатися з однієї, двох, трьох і більшої кількості станцій залежно від розміру й особливостей ситуації та рельєфу ділянки місцевості. Наприклад, на рис. 8.3 а, б, в, зображено двір прямокутної форми, обнесений парканом. Посередині двору – будівля Г-подібної форми та окреме дерево. Таку ситуацію (рис. 8.3 а) можна зняти компасом чи бусоллю з однієї станції, розміщеної посередині двору, тому що звідси добре видно всі характерні точки й вони доступні.

Якщо будівля прилягає до середини північної частини паркана (рис. 8.4 б), робоча основа має складатися з двох станцій, оскільки північно-західну частину двору не видно з його середини (закрита будівлею). Коли ж будівля стоїть посередині двору (рис. 8.3 в), робоча основа має складатися з чотирьох станцій, які становлять замкнутий полігон, тому що по-іншому неможливо зняти ситуацію навколо будівлі.

Робочу основу на ділянці у вигляді компасного, бусольного чи мензульного ходу можна прокласти:

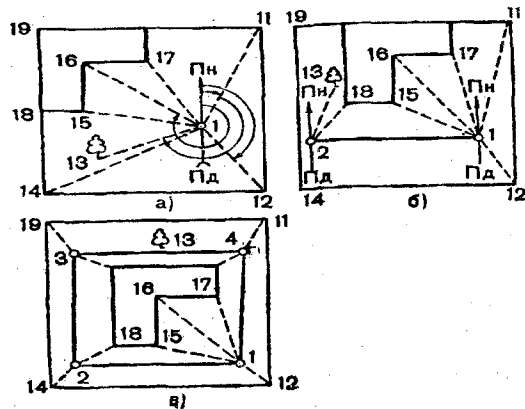


Рис. 8.3. Створення робочої основи знімання.

- по межі ділянки, якщо її добре видно і зручно знімати;
- посередині ділянки, що скорочує довжину полігона, зменшує кількість станцій і прискорює польові роботи;
- за межами ділянки, якщо її територія недоступна для знімання, наприклад, ставок із заболоченим берегом;
- комбіновано, застосовуючи три перших методи.

Вибираючи на ділянці місце для станції, слід додержуватися таких правил:

⇒ станцію розташовувати на підвищеному місці, щоб було видно передню і задню станції;

⇒ станцію розміщувати на рівній ділянці. Навколо кілочка вирвати високу траву, щоб із сусідньої станції було добре видно основу віхи, встановленої поряд з кілочком, яким позначена станція. Поряд із станцією не повинно бути високих дерев, стін та інших перешкод, обмежуючих видимість і таких, що можуть заважати зніманню ситуації. Якщо є потреба, розчистити і провішати лінії робочого ходу (сторони полігона);

⇒ закріплюючи місце станції кілочком, на його торцевій частині позначати центр, тобто станцію (олівцем накреслити хрестик або забити цвях, шпалка якого і є станцією);

⇒ щоб станцію було видно здалеку, біля неї ставлять віху, впритул з кілочком, за ним або попереду нього у напрямі візування;

⇒ робочу основу (полігон) прокладати на ділянці за ходом годинникової стрілки.

8.5. Основні способи знімання ситуації

Під час планового знімання ситуації – компасної, бусольно-візуальної, теодолітної, мензульної та ін., практично застосовують однакові способи безпосереднього знімання характерних точок.

Якщо знімають ситуацію, кожний об'єкт (характерну точку контуру) нумерують арабськими цифрами. Нумерує спостерігач (перший номер), який знімає із станції. Якщо точку знімають повторно з іншої станції, її номер не змінюється, він зберігається на весь період знімання. Це дає можливість запобігти плутанині.

Мета знімання – визначити положення точки, що знімається, відносно станції, на якій встановлено топографічний інструмент. Ту саму точку можна зняти різними способами.

Спосіб лінійної засічки

На рис. 8.4 зображено окреме дерево, яке треба зняти, тобто визначити його положення відносно робочої основи – станцій 1 і 6 та знайти місце цього дерева на плані.

Лінійну засічку наносять способом побудови трикутника за трьома відомими величинами: основою і двома прилеглими сторонами. Основою трикутника, його робочою стороною для лінійної засічки буде базис, тобто (у даному випадку) сторона полігона між станціями 1 і 6, довжина якої становить 50 м.

Мірною стрічкою чи рулеткою визначають відстань до дерева від станцій 1 і 6, які є прилеглими сторонами (32 і 29 м). На аркуші креслярського паперу (майбутньому плані), з попередньо нанесеною робочою основою (полігоном), у заданому масштабі 1:1000, відмічають результати вимірювання. На плані дерево буде розташоване у вершині трикутника, основою якого є сторона полігона між станціями 1 і 6.

Щоб знайти на плані вершину трикутника, на лінійці з міліметровими поділками циркулем відкладають 32 м, що у заданому масштабі становитиме 3,2 см, і із станції 1 проводять дугу (рис. 8.4).

Потім із станції 6, розхилом циркуля 2,9 см (29 м), проводять другу дугу. Точка перетину двох дуг і буде засічкою – вершиною трикутника і місцем окремого дерева на плані.

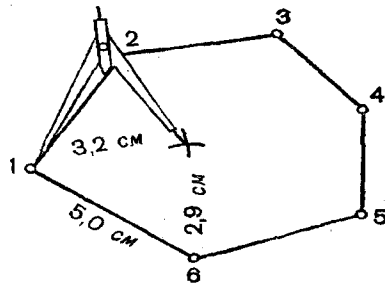


Рис. 8.4. Спосіб лінійної засічки.

Спосіб азимутальної засічки

Теоретичною основою способу азимутальної засічки є геометричний спосіб графічної побудови на плані трикутника, подібного до трикутника на місцевості за основою (базисом) і вимірними азимутами двох прилеглих сторін. Азимутальна засічка може бути прямою і зворотною.

Розглянемо пряму засічку (рис. 8.5 а). Нехай треба зняти окреме дерево. Кутовимірювальним приладом (компас, бусоль, теодоліт, шкільна астролябія) визначаємо азимут на дерево із станції 1 (65°), а потім із станції 6 (300°).

Щоб визначити місце дерева на плані, спочатку на план наносять робочу основу і на кожній станції креслять напрям меридіана (магнітного чи дійсного). За допомогою транспортира і лінійки із станції 1 відкладають азимут 65° і проводять лінію візування на дерево. Потім таким самим способом із станції 6 відкладають азимут 300° і проводять

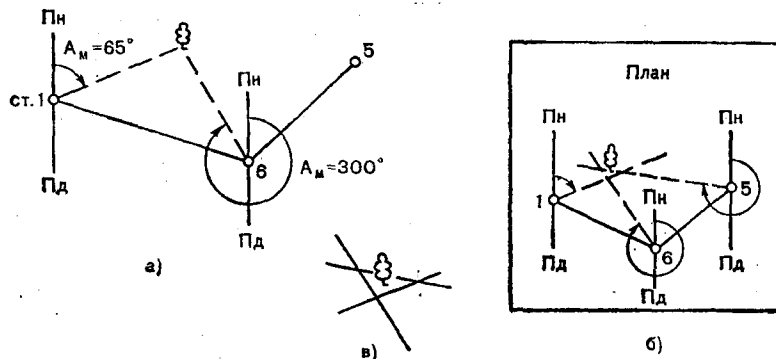


Рис. 8.5. Пряма і зворотня азимутальна засічка.

другу лінію візування. Точка перетину двох ліній і буде місцем дерева на плані.

Щоб збільшити точність знімання, роблять ще одну засічку з найближчої станції, наприклад із станції 5. Тоді при кресленні на плані третьої лінії візування вона може не пересікти точку, утворену перетином перших двох ліній візування. У такому разі утворюється трикутник погрешностей показників (рис. 8.5 в). Точка, посередині цього трикутника буде місцем дерева.

Спосіб прямих азимутальних засічок широко використовується під час компасного, бусольного та візуального знімання, бо він не потребує вимірювання довжини ліній, а це набагато прискорює роботу. Крім того, можна легко визначити положення точок, вимір відстаней до яких затруднений, наприклад, розташованих на протилежному березі річки або озера тощо.

Спосіб кутової засічки

Кутову засічку (пряму чи зворотну) застосовують для знімання недоступних або віддалених об'єктів (точок), відстань до яких недоцільно або неможливо вимірювати мірною стрічкою чи рулеткою.

При прямій кутовій засічці компасом, бусоллю або теодолітом вимірюють кут між лінією базису і напрямом на предмет. На рис. 8.6 показано знімання окремого дерева у тих самих умовах, що й при азимутальній засічці. Нульову поділку горизонтального лімба орієнтують не за північним кінцем магнітної стрілки, а за віхою станції на протилежному кінці базису.

Це означає: якщо компас чи бусоль встановлено на станції 1, то нульова поділка має бути спрямованою на віху станції 6; якщо на станції 6, то нульова поділка має бути спрямованою на віху на станції 1.

На станції 1 вимірюють внутрішній кут β_1 між базисом (стороною полігона 1-6) і лінією візування на дерево. На станції 6 вимірюють внутрішній кут β_2 (рис. 8.7 а). Для цього на плані із станції 1 і 6 відкладають транспортиром виміряні кути β_1 і β_2 , креслять лінії візування, перегин яких буде місцем окремого дерева.

Для визначення місцеположення дерева способом зворотної кутової засічки на станції 1 (рис. 8.7) вимірюють внутрішній кут β_1 , потім компас чи бусоль установлюють на невідомій точці (біля дерева). Нульову

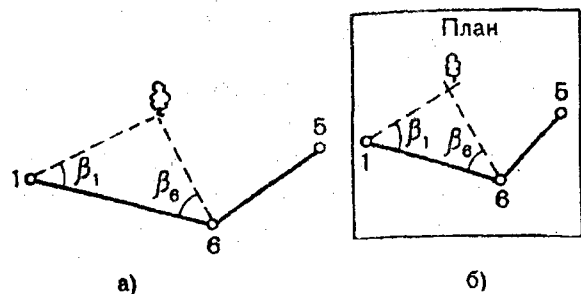


Рис. 8.6. Спосіб прямої кутової засічки.

поділку орієнтують за віхою на станції 6, тобто за лівою відомою точкою, і вимірюють кут β між напрямом на станції 1 і 6.

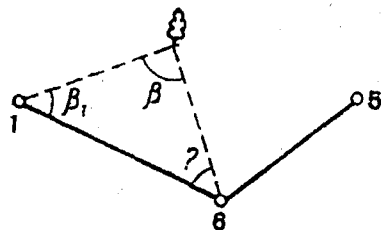


Рис. 8.7. Спосіб зворотньої кутової засічки.

Кут між лінією базису і напрямом на дерево із станції 6 визначають за формулою

$$\beta_6 = 180^\circ - (\beta_1 + \beta) \quad (8.4)$$

Знаючи величину кутів β_1 і β_6 , можна на плані транспортиром відкласти їх величину, як це роблять при прямій кутовій засічці, і таким чином визначити місце дерева.

Спосіб полярної засічки (полярних координат)

Теоретичною основою знімання ситуації способом полярної засічки є спосіб полярних координат, який застосовують у математиці для визначення положення точки на площині.

Вибирають точку, відносно якої визначають координати, – вона називається полюсом. З полюса у напрямі початку відліку проводять полярну вісь (вісь координат). Положення будь-якої точки на площині визначають двома величинами:

⇒ полярним кутом α , утвореним полярною віссю (магнітним меридіаном), і напрямом на точку, що знімається (на рис. 8.8 точки Д, Е, М);

⇒ відстанню від полюса до точки, що знімається; цю відстань називають радіусом-вектором і позначають буквою r .

Спосіб полярних координат застосовують під час знімання ситуації на відкритій, слабо розчленованій та доступній для вимірювання мірною стрічкою місцевості. Полюсом знімання є центр компаса чи іншого кутомірного приладу, встановленого на станції. За полярну вісь беруть північний напрям магнітного меридіана або напрям на віху передньої станції. Якщо за початок відліку (полярну вісь) взято напрям північного кінця магнітного меридіана, то полярними кутами на точки Д, Е, М будуть магнітні азимути. Відстані від центра компаса (станції чи полюса) до точок Д, Е, М – це радіуси-вектори, довжина яких вимірюється мірною стрічкою або рулеткою.

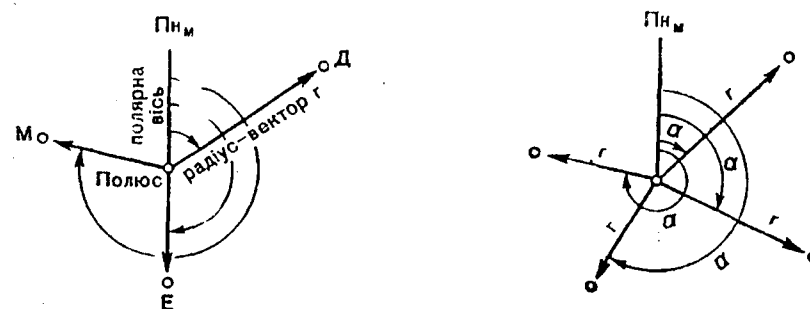


Рис. 8.8. Спосіб полярної засічки.

Полярну засічку, що визначає місце точки (об'єкта), яка знімається на плані, можна дістати, якщо на лінії візування, проведеній із станції за допомогою транспорта і лінійки, відкласти у заданому масштабі виміряну відстань до точки, яку знімають.

Якщо із станції (полюса) накреслити напрями (радіуси-вектори) до точок навколо станції, то одержимо зображення, що нагадуватиме сітку меридіанів на карті Арктики, які відходять від Північного географічного полюса. Звідси й назва способу знімання – полярний.

Спосіб перпендикулярів

Його часто називають способом прямокутних координат, бо теоретичною основою знімання ситуації цим способом є система прямокутних координат.

Положення точки, яку знімають, тобто її координати, визначають не відносно станції, а відносно базису, чи сторони полігона. За відомими координатами точки X і Y , вираженими у метрах, знаходять її місце на плані.

Способом перпендикулярів найчастіше знімають точки (об'єкти), розташовані на невеликій відстані від робочої основи (до 25...30 м).

На рис. 8.9 а зображено дерево, місце якого визначалося способом полярних засічок, і нова точка A . Абсцисою є сторона полігона між станціями b і l .

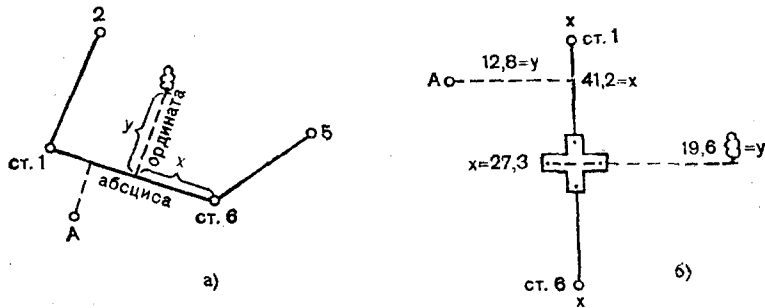


Рис. 8.9. Спосіб перпендикулярів.

Щоб визначити координати дерева, треба за допомогою екера, від зображення дерева до абсциси опустити перпендикуляр, який буде ординатою, потім виміряти рулеткою довжину абсциси від станції b до основи перпендикуляра і довжину ординати – від абсциси до дерева. У нашому прикладі (рис. 8.9 б) $X = 27,3$ м, $Y = 19,6$ м. Ці величини і будуть координатами окремого дерева. Щоб визначити координати точки A , також за допомогою екера з точки A опускають на абсцису перпендикуляр і вимірюють довжину абсциси від станції b до основи перпендикуляра і довжину ординати. На рис. 8.9 б $X = 41,2$ м, $Y = 12,8$ м.

Слід пам'ятати правило: координати X усіх точок, які зніматимуться, вимірюють тільки від початкової точки абсциси (у нашому прикладі від

станції b). Ситуацію на план накладають графічною побудовою таким самим способом, яким була знята дана точка ситуації.

8.6. Тахеометрична зйомка

Тахеометрична зйомка – один з видів топографічної зйомки, що виконується за допомогою геодезичних приладів – *тахеометрів*. Слово «тахеометрія» означає швидкий вимір. Швидкість тахеометричної зйомки досягається завдяки тому, що при одному спостереженні знімального пікету одержують дані, необхідні для визначення як планового, так і висотного його положення.

Тахеометрична зйомка має ряд переваг перед іншими видами наземних зйомок в умовах, коли польові роботи необхідно виконувати в порівняно короткий термін чи при несприятливій для виконання зйомки іншими методами погоди. Недолік тахеометричної зйомки полягає у тому, що при складанні плану в камеральних умовах виконавець не бачить місцевості, тому можливий пропуск окремих деталей і пов'язане із цим деяке перекручування в зображенні рельєфу.

Прилади тахеометричної зйомки

Для тахеометричної зйомки застосовуються *технічні теодоліти* (ТЗ0, Т15 і ін.), а також спеціальні прилади – *тахеометри*. Сучасні тахеометри – це оптичні теодоліти, що мають ряд пристроїв, які дозволяють без додаткових обчислень одержувати перевищення й горизонтальні проложення, тобто редуційовані відстані між точками місцевості. Тому такі тахеометри називаються *редукційними*.

Тахеометри класифікують по типах застосовуваних у них для визначення відстаней далекомірів.

Тахеометри номограмні визначають редуційовані відстані й перевищення за допомогою спеціальних номограм, видимих у полі зору труби. Номограми – система кривих, нанесених на скляну пластинку. Відстань між кривими змінюється залежно від величини вертикального кута й фокусної відстані труби. Оптична система розрахована так, що стала далекоміра дорівнює 0. До цього типу тахеометрів ставляться: ТН, ТА-2, Дальта 020, Дальта 010А і ін.

Тахеометри з авторедукційними далекомірами подвійного

зображення мають оптичні пристрої, які дозволяють автоматично визначати по горизонтально розташованій рейці горизонтальні проложення похилих відстаней. До цих тахеометрів ставляться: ТД, Редта 002 і ін.

Тахеометри внутрібазні, з базою в точці стояння приладу використовуються при тахеометричній зйомці важкодоступних ділянок місцевості для виміру горизонтальних проложень і вертикальних кутів нахилу при спостереженнях на місцевий предмет або спеціальну рейку. Для виміру відстаней далекоміри цих тахеометрів мають змінну базу, розташовану усередині приладу.

Електронно-оптичні тахеометри (ЕТ) дозволяють результати обмірюваних відстаней світодалекомірними пристроями горизонтальних і вертикальних кутів, а також результати обчислення збільшень прямокутних координат автоматично реєструвати на світловому табло або в умовному коді на перфострічці. До цих тахеометрів ставляться ТЭ, Та5, ЕОТ-2000 і ін.

Точність виміру кутів і відстаней тахеометрами залежить від їхнього типу. Основні характеристики чотирьох типів тахеометрів представлені в табл. 8.1.

Таблиця 8.1

Основні параметри	Тахеометри			
	ТЭ	ТД	ТН	ТВ
Збільшення зорової труби	25×	25×	25×	15×
Кут поля зору зорової труби, град	1,5	1,5	1,2	12
Точність виміру кутів: горизонтальних, с	5	8	8	45
	5	12	12	60
Точність виміру відстаней до рейки на 100 м, см	2	4	20	15
Маса приладу, кг	20	6,5	5,0	7,5

Крім того, при тахеометричній зйомці широко використовується *номограмний тахеометр* (ТН). Це оптичний теодоліт, зорова труба якого дає пряме зображення спостережуваних об'єктів. Він може комплектуватися напівавтоматичним столиком типу «Карті».

Столик «Карті» являє собою креслярське пристосування у вигляді підставки з обертовим диском, на якому укріплений аркуш креслярського паперу.

Спільне використання картографічного столика й тахеометра дозволяє безпосередньо в поле опрацьовувати й візуально контролювати план місцевості.

Виконання тахеометричної зйомки

Зйомка елементів ситуації й рельєфу складається з визначення координат і висот пікетів ділянки місцевості, що знімається.

Пікети, призначені для визначення тільки елементів ситуації, називаються *контурними* або *ситуаційними* (рис. 8.10), а для зйомки рельєфу – *орографічними*. Для того щоб пікети без пропусків і рівномірно покривали територію зйомки, перед початком роботи проводять детальний огляд місцевості, визначають характер і структуру рельєфу, намічають положення знімальних пікетів на місцевості. Пікети намічають по всім орографічним лініям і точкам рельєфу: вододілам, тальвегам, перегинам скатів, уступам і т.д. (рис. 8.11).

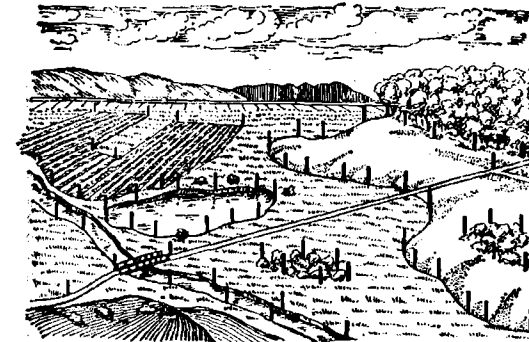


Рис. 8.10. Вибір контурних пікетів.

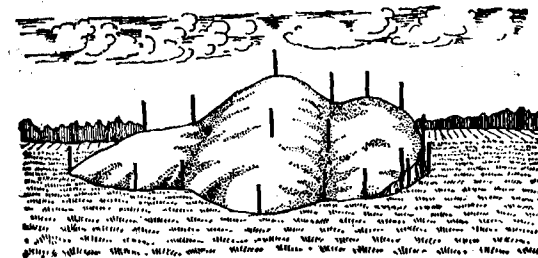


Рис. 8.11. Вибір висотних пікетів.

Основний спосіб зйомки подробиць місцевості – *полярний*. Зйомка місцевості може виконуватися одночасно з прокладкою тахеометричного ходу або роздільно. Порядок виконання робіт на знімальній точці залежить від застосовуваних приладів і прийнятої технології зйомки.

Камеральні роботи

Камеральні роботи при тахеометричній зйомці включають:

- перевірку польових журналів;
- обчислення планових координат точок тахеометричного ходу;
- обчислення точок ходу;
- обчислення координат пікетів;
- побудову топографічного плану місцевості.

Перевірка журналу необхідна в тому випадку, якщо роботи виконуються за допомогою теодолітів. При цьому перевіряють правильність обчислення місця нуля, вертикальних кутів і ін. Одночасно проводять обчислення горизонтальних проложень і перевищень, використовуючи тахеометричні таблиці (є багато варіантів тахеометричних таблиць, правила роботи з якими описані в поясненні до них).

Обчислення планових координат виконується так само, як і для точок теодолітного ходу.

Обчислення точок тахеометричного ходу й всі контрольні обчислення виконуються у тому ж порядку й у тій же послідовності, що при тригонометричному нівелюванні. Висотне зв'язання (у см.) замкнутого й розімкнутого тахеометричного ходу визначаються по формулах тригонометричного нівелювання.

На підставі отриманих оцінок висоти точок тахеометричного ходу й даних перевищень між ними й відповідними пікетами обчислюють висоти кожного пікету. По закінченні обчислень приступають до графічної обробки отриманих матеріалів, у результаті якої повинен бути побудований топографічний план місцевості.

Остаточне оформлення плану проводиться відповідно до прийнятого «Умовними знаками для топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000 і 1:500».

8.7. Сутність мензульної зйомки

Мензульна зйомка – один з видів топографічної зйомки, при якій за допомогою мензули (столика на тринозі) і кіпрегеля (оптико-механічного приладу) безпосередньо на ділянці зйомки створюється топографічний план (рис. 8.12). При мензульній зйомці горизонтальні кути не вимірюються приладом. Їх одержують шляхом графічних побудов на планшеті (рис. 8.13), тому мензульну зйомку називають також *кутоначертальною* (графічною). Мензульна зйомка проводиться в основному в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 і 1:500.

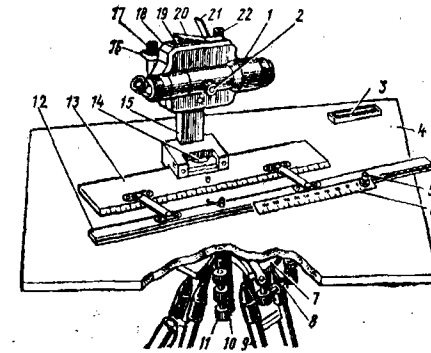


Рис. 8.12. Кіпрегель КН.

Перевагою мензульної зйомки є те, що план будується безпосередньо на місцевості. Це дає можливість зрівняти його з натурою, більш точно, безпосередньо на місцевості, провести горизонталі, виключити камеральні обчислювальні роботи. Недоліками мензульної зйомки є залежність її від стану погоди, відносно низька продуктивність праці, а також порівняльна громіздкість знімального устаткування.

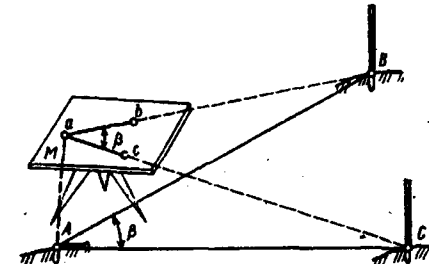


Рис. 8.13. Графічні побудови на планшеті при мензульній зйомці.

Прилади мензульної зйомки

У мензульний комплект крім мензули й кіпрегеля входить орієнтир-бусоль, центрировочна вишка з виском, дві рейки.

Мензула складається із трьох основних частин: мензульної дошки 4, підставки з настановними пристосуваннями 7 і штатива 9 (див. рис. 8.12).

Мензульна дошка служить для закріплення креслярського планшета й встановлення на ній кіпрегеля. Дошка виготовляється із сухого витриманого дерева, пластичних мас або легких сплавів у вигляді квадрата 600 на 600 мм.

Кіпрегель – прилад, що служить для візування на об'єкти місцевості, які підлягають зйомці; креслення прямих ліній у напрямку візування; визначення відстаней і перевищень. Конструктивні особливості приладу й приналежностей розглянемо на прикладі мензульного комплекту кіпрегеля номограмного КН. Кіпрегель КН дозволяє визначати відстані й перевищення, редуційовані (приведені) на горизонтальну площину (тобто горизонтальні проложення) при одному наведенні зорової труби на вертикальну рейку. Він складається (див. рис. 8.12) із зорової труби з вертикальним колом 1, колонки 15 і лінійок – основної 13 (виконує роль основи приладу) і додаткової 12.

Зорова труба дає пряме зображення предмета. Збільшення труби $25\times$, поле зору $1,5^\circ$.

При роботі з кіпрегелем КН використовуються двометрові рейки, які мають висувну п'яту для установки нуля рейки на висоту приладу.

Зйомка ситуації та рельєфу

Зйомка ситуації та рельєфу проводиться із всіх точок знімального обґрунтування, а також з усіх, пунктів тріангуляції або полігонометрії, наявних на планшеті. Рельєф знімається одночасно зі зйомкою ситуації. Зйомка характерних точок рельєфу і елементів ситуації ведеться, як правило, полярним способом з визначенням відстаней і перевищень від станції до пікетних точок за допомогою номограми кіпрегеля. Метод вибору знімальних точок той же, що й при тахеометричній зйомці. Замість виміру полярного кута, в цьому випадку, напрямок на точку, що знімається, подано скошеним краєм лінійки кіпрегеля, уздовж якого відкладають горизонтальну відстань до точки.

Для зйомки контуру місцевості A, B, C, D (рис. 8.14) треба лінійку кіпрегеля прикласти до точки m станції на плані, навести трубу кіпрегеля на рейку, встановлену в точці A , визначити по номограмі відстань S , по ребру лінійки в масштабі від точки m відкласти відстань S і одержати на плані точку a . Одночасно з відстанню по номограмі визначають і перевищення обумовленої точки. Аналогічно проводять зйомку точок B, C, D і т.д.

На плані точки контуру з'єднують суцільною лінією. Висоти визначають і підписують на характерних точках і лініях рельєфу: вершинах, вододілах, перегибах скатів, сідловинах, тальвегах, розгалуженнях вершин і устьях лощин, в улоговинах, ямах, вирвах і по краях їх, у рік, струмків на рівні води (урізи), у підшов височин і т.д.

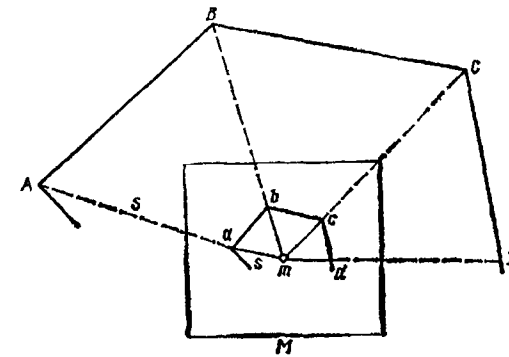


Рис. 8.14. Визначення положення пікетів при мензульній зйомці.

На кожній точці знімають і креслять на оригіналі планшета тільки ту частину рельєфу й ситуації ділянки, що знімається і яка видна безпосередньо з даної станції (не більше 250...300 м).

По закінченні польових робіт на планшеті вичерчують відповідними умовними знаками для топографічного плану, в масштабі зйомки, всі зняті в полі об'єкти ситуації і рельєфу.

Над північною стороною рамки вказують номенклатуру аркуша плану (карти), рік зйомки, а під південною стороною рамки – чисельні, іменовані й лінійний масштаби, висоту перетину рельєфу.

8.8. Географічний опис місцевості

Географічний опис місцевості складається на основі її попереднього вивчення по карті, що супроводжується (при необхідності) різними вимірами й обчисленнями.

Звичайний опис будується за схемою: перша частина – загальна характеристика місцевості, друга частина – конкретний опис кожного елемента місцевості, важливого для даного напрямку дослідження. Основний принцип опису – від загального до часткового. Характеристика місцевості повинна бути конкретно й по можливості стислою. Для вказівки, положення об'єктів на карті даються їхні скорочені координати. Подібні об'єкти поєднуються в групи й описуються в цілому, але із вказівкою відмінних рис.

Опис включає наступні розділи:

- 1) дані про карту (номенклатура, масштаб, рік видання й ін.);
- 2) опис меж досліджуваної ділянки (географічні або прямокутні координати точок, через які вони проведені), геодезичної основи (види опорних пунктів, їхня кількість);
- 3) загальна характеристика району (тип рельєфу, основні населені пункти, головні шляхи сполучення, залесеність і ін.);
- 4) рельєф ділянки (форми рельєфу, займана ними площа, довжина, оцінки абсолютних і відносних висот, головні вододіли, форма й крутість схилів, наявність ярів, обривів, вимоїн із вказівкою їхньої довжини й глибини, штучні форми рельєфу й ін.);
- 5) гідрографія (назви окремих об'єктів; довжина, ширина, глибина, напрямок і швидкість плину рік, ухил, характер берегів, заплави, транспортне значення, наявність гідротехнічних споруд і ін.; площа, характер берегової лінії, якість води й інші характеристики озер; канали, канали, джерела, колодязі і їхня характеристика);
- 6) рослинність (тип, склад порід, займана площа, характер розміщення);
- 7) населені пункти (назва, тип, населеність, адміністративне значення, структура й планування, об'єкти промисловості, комунального господарства, зв'язку й ін.);
- 8) дорожня мережа (тип; для автомобільних доріг – характер

покриття, ширина й ін.; для залізниць – кількість колій, вид тяги, назва станцій, вокзалів і ін.; споруди на дорогах і т.д.);

9) інші елементи місцевості: межі, ґрунти й т.д.

Опис, складений по топографічній карті, може бути доповнено даними про природу (кліматі, його особливості) і господарський розвиток району (економіці, трудові ресурси і ін.), отриманими з інших джерел.

Розділ 9

ОСНОВИ КАРТОГРАФУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ ТА СИТУАЦІЙ

□ План (логіка) викладу і засвоєння матеріалу:

- 9.1. Екологічні карти, їх класифікація і зміст.
- 9.2. Способи зображення екологічних процесів та об'єктів.
- 9.3. Технологія створення екологічних карт.
- 9.4. Особливості використання екологічних карт.
- 9.5. Методика аналізу екологічних процесів і явищ за допомогою карт.

9.1. Екологічні карти, їх класифікація і зміст

Картографічні матеріали – це велико- та середньомасштабні загально географічні карти, карти ґрунтів, рослинності, клімату, геологічної будови тощо. Для зображення виявлених на основі комплексної оцінки природних елементів різних типів ландшафтів застосовують способи якісного фону, значків та арсалів.

Основними тематичними картами, на яких зображають територіальні особливості розвитку навколишнього природного середовища, є:

- «Геологічна карта»;
- «Геоморфологічна карта»;
- «Кліматична карта»;
- «Карта ґрунтів»;
- «Карта рослинності»;
- «Зоогеографічна карта»;
- «Карта природно-територіальних комплексів»;
- «Карта заходів щодо охорони природи» та ін.

На геологічних картах зображають особливості геологічної будови території (склад, вік та умови залягання гірських порід), корисні копалини тощо. Геологічні карти поділяють на карти корінних порід і карти антропогенних відкладень. Основним способом зображення явищ на геологічних картах є спосіб якісного фону. Кожному з геологічних періодів присвоєний свій колір. Різні відділи і яруси в кожній із систем

зображають тонами, інтенсивність яких зростає в міру зростання віку порід.

Слід зазначити, що на всіх сучасних геологічних картах застосовують позначення, запропоновані нашим вітчизняним вченим-геологом О.П. Карпінським і затверджені на II сесії Міжнародного геологічного конгресу в 1881 р.

Основою змісту гіпсометричних і геоморфологічних карт є зображення типів та форм рельєфу, його генезису, віку, а також ряду геоморфологічних процесів (зсуви, карсти, селеві потоки тощо). Застосування гіпсометричного способу на однойменних картах дає можливість з певною точністю точно відобразити розподіл висот на земній поверхні, показати типи і форми рельєфу, характерні для даної території. Проте гіпсометричні карти не розкривають генезису цих форм рельєфу.

На геоморфологічних картах рельєф характеризується за зовнішніми ознаками, походженням та віком. Великомасштабні геоморфологічні карти здебільшого складають на основі фактичних матеріалів геоморфологічного знімання території, а останнім часом – матеріалів аерофотознімань та результатів дистанційного зондування. Генетичні типи рельєфу та окремі геоморфологічні райони показують способом якісного фону.

Зображення географічних особливостей розміщення різних генетичних типів і видів ґрунтів – основний зміст карт ґрунтів. Ці карти бувають велико-, середньо- і дрібномасштабні. На великомасштабних картах, які, як правило, складають на території окремих господарств, наносять точні межі поширення різновидів ґрунтів, показують ґрунтоутворюючі породи та їх сучасний агрохімічний склад. Ці карти є основою для розробки заходів щодо підвищення родючості ґрунтів, складання плану сівозмін. Великомасштабні карти ґрунтів – основа для середньо- і дрібномасштабних карт.

Досить поширені карти клімату – загальні й галузеві (температур, опадів, тиску, вологості, тривалості без морозного періоду тощо). Географічні явища на цих картах зображають способом ізоліній. Основою змісту загальних кліматичних карт є розкриття відмінностей в кліматі регіону на основі зображення цілого комплексу метеорологічних елементів. На загальних кліматичних картах кожний з елементів показують своїм способом і в своїх показниках. Кліматичні карти, як правило, дрібномасштабні.

Карти рослинності (геоботанічні) характеризують розміщення рослинних угруповань на певній території. Як і карти ґрунтів, вони бувають велико-, середньо- і дрібномасштабні. На великомасштабних картах способом якісного фону, в поєднанні із способами значків та ареалів, детально зображають розміри території кожного виду рослин, його положення, щільність, а також породи рослин, їх вік, експлуатаційні якості та санітарний стан. Особливу увагу приділяють поширенню реліктових та ендемічних рослин, їх місцезнаходженню, характеристиці окремих видів, точності у нанесенні контурів поширення певної рослинності.

Зоогеографічні карти бувають двох видів: карти, що розкривають географічні відмінності поширення окремих видів чи груп тварин, і карти фауністичного районування території. На картах першого виду явища зображають способами ареалів, значків, картодіаграм; на картах фауністичного районування – способами якісного фону (окремі фауністичні зони), ареалів (у межах кожної зони показують межі поширення окремих видів тварин), ліній руху (шляхи міграції окремих видів тварин, птахів) тощо.

На картах природно-територіальних комплексів показують географічні закономірності поширення окремих типів природних ландшафтів. Особливістю складання цих карт є те, що окремі типи ландшафтів виділяють на основі вивчення комплексу картографічних матеріалів у камеральних умовах, з наступним польовим обстеженням окремих найхарактерніших ділянок.

Основним завданням карти «Заходи щодо охорони природи» є виділення в межах регіону ділянок, які потребують особливої охорони, визначення комплексу заходів щодо охорони атмосфери, земельних ресурсів, рослинності й тваринного світу, щодо можливого розширення площ зелених насаджень тощо. На таких картах використовують способи ареалів, різні види штриховки по контуру ареалу тощо.

9.2. Способи зображення екологічних процесів та об'єктів

Для картографічного моделювання такого складного об'єкта як інтерактивна геосистема «суспільство-природа» необхідна система карт. Але це не виключає можливість і необхідність створення загальної або

універсальної екологічної карти, яка потрібна для обґрунтування прийняття конкретних державних рішень з екологічної безпеки населення, а також для широкої екологічної освіти населення.

Змістом подібної карти має бути максимально повна і об'єктивна синтетична екологічна характеристика навколишнього середовища. Складність завдання визначається особливістю об'єкта дослідження – надзвичайною різноманітністю параметрів, що характеризують стан і якість навколишнього середовища.

Елементи аналітичних карт можуть бути джерелом складання комплексних карт. Шлях до складання такої карти – синтез багатьох показників навколишнього середовища. Географічною основою цього синтезу може бути ландшафтна карта.

Слід розрізняти два аспекти картографічного відображення антропогенних елементів навколишнього середовища – це фіксація джерел різних антропогенних впливів і екологічний ефект такого впливу. Ці джерела діляться на *площинні* (фонові) і *точкові*.

★ *Фонові* пов'язані переважно з характером використання земель (сільськогосподарське, у тому числі штучне зрошення, внесення добрив, пестицидів) і на карті зображуються контурами;

★ *Точкові* – не відповідають масштабу карти і показуються на них переважно у вигляді точок. Точкові джерела викликані урбанізацією і промисловим виробництвом. До них можна також віднести лінійні техногенні аномалії, обумовлені впливом транспорту, зокрема нафто- і газопроводи. Антропогенні компоненти географічного середовища дуже різноманітні і показати їх на одній карті практично неможливо, тому, як правило, вибирають найбільш репрезентативні представники.

До головних антропогенних компонентів віднесені: господарське опанування земель, територіальна концентрація виробництва, щільність населення, забруднення природного середовища і здоров'я населення (точніше, захворюваність). Кожний з показників картографування є синтетичним за змістом і характеризує певну зону.

В процесі такого поділу території необхідно дослідити сутність географічної межі. Як відомо, межа – це те, по-перше, що розташоване між двома предметами і розділяє їх, по-друге – лежить навколо одного предмета і відокремлює його від інших. Найбільшу дискусію породжують уявні межі, що формуються у свідомості дослідника і не

виражені на місцевості. До таких відносяться межі географічного районування. Для об'єктивізації на картах уявних меж важливе значення має побудова карт полів у ізолініях за вибраною шкалою картографованого параметра, що поділяє простір на реальні зони розподілу кількісних ознак за встановленими для них рівнями. Карти полів, як засіб моделювання дискретних явищ, відтворюють у псевдо ізолініях уявні межі абстрактних зон. Такі карти допускають оцінку своєї точності і служать для об'єктивізації районування шляхом суміщення меж з псевдо ізолініями вибраних значень.

Вони можуть будуватися двома способами.

⇒ *По-перше*, основою для районування служить реальна сітка меж політико-адміністративних, природно-сільськогосподарських, фізико-географічних та інших природних територіальних одиниць або уявна сітка регулярних квадратів тощо.

⇒ *По-друге*, районування виконується шляхом побудови ізоліній або псевдо ізоліній, яким надається значення граничних ліній. Поєднання математико-статистичного підходу і географічного аналізу дозволяє оцінити їх надійність.

На сьогодні, як правило, використовують обидва способи визначення уявних просторових меж, які поділяють територію на певні одиниці картографування, а саме: ареали, зони, райони.

Зона – це територія, у межах якої спостерігається однозначність показників за їх інтенсивністю (або інтенсивність змінюється у межах певного інтервалу), або географічне місце точок з однаковою інтенсивністю певної ознаки.

У наш час, еколого-географічне картографування – це надзвичайно активний напрям на межі географії, картографії, біології, економіки, інженерних наук, інформатики і взагалі того, що називається *екологічним підходом*. Воно сприяє різноманіттю тематики екологічних карт, яка охоплює як природні, так і соціально-економічні явища, зв'язки і взаємовідносини суб'єктів і їх середовища, зміни середовища та їх наслідків для суб'єкта.

Екологічні карти – це не тільки карти природи взагалі (ландшафтні, геоботанічні, ґрунтів тощо), а і карти організації відносин біоти, населення й середовища їх існування в системі «суспільство-природа». Вони вміщують антропогенну складову, досліджують не тільки зміни

природного середовища, але і наслідки їх для людини. Залежно від суб'єкта оцінки ці карти можуть бути біо-, антропо- і геоекологічні.

Багатозначність відносин в системі «суспільство-природа» не може повністю і однозначно передаватись єдиною картою, тому, для вирішення конкретних завдань, необхідна система аналітичних і синтетичних карт.

Щодо розуміння об'єкта і предмета екологічного картографування існують суттєві розбіжності. Критерії оцінок екоситуації кожний дослідник приймає свої, причому існує тенденція вибирати інформацію з існуючого матеріалу, що часто призводить до суб'єктивних висновків про стан навколишнього середовища.

Методичні підходи при створенні екологічних карт різні:

➤ *По-перше*, вони багатоваріантні, що залежить від мети карти або їх серії – навчальні, науково-довідкові, інженерних досліджень, широти розкриття теми – від всеохоплюючих характеристик системи взаємовідносин між людиною і середовищем існування тощо.

➤ *По-друге*, існуючі методики екологічного картографування досить складні і вимагають участі кваліфікованих фахівців. Крім того, не всі аспекти екологічних проблем, на сьогодні достатньо науково обґрунтовані.

➤ *По-третє*, більшість екологічних карт є аналітично – інвентаризаційними, що не дозволяє оцінити територію у цілому.

➤ *По-четверте*, використання експертних оцінок в екологічному картографуванні вносить помітний суб'єктивізм. Перехід до формалізованих оцінок (індексних показників) зможе підвищити об'єктивний характер екологічних карт.

Нині темпи створення екологічних карт випереджають вивчення процесів і наслідків антропогенного впливу на природне середовище, тому більшість з них мають констатаційний характер. Новий якісний етап екологічного картографування можливий тільки при випереджаючому розвитку фундаментальних досліджень тривалих процесів у геосистемах, стійкості їх до різних впливів порогових навантажень тощо.

Існуючий досвід екологічного картографування використаний при розробці теоретичних і методичних аспектів картографічного моделювання. Методичні підходи включають концептуальні основи атласного екологічного картографування, а також загальні принципи розробки синтетичної карти екоситуації в Україні.

Як уже наголошувалось, еколого-географічне картографування належить до проблемного тематичного картографування, яке вивчає і картографічне відображає проблеми, що виникають у процесі взаємодії суспільства і природи.

Еколого-географічне картографування, до якого належать Медико-географічний атлас: серцево-судинні захворювання населення України, Медико-екологічний і Екологічний атласи, – це один із нових актуальних напрямів проблемного картографування.

Рівень здоров'я населення стає основним показником оптимізації взаємовідносин у системі «суспільство-природа».

Головна мета проблемного картографування полягає у визначенні та вирішенні сутності екологічної проблеми на основі вивчення і дослідження причин їх виникнення. Вони виникають на певних територіях внаслідок дисгармонії взаємовідносин в системі «суспільство-природа». Ці проблеми розглядаються як предмет еколого-географічного картографування.

Складовою екологічної географії є медична географія. Предмет її вивчення - просторово-диференційована система зв'язків між здоров'ям населення та географічним середовищем. Ці зв'язки досліджуються за допомогою таких основних методів медичної географії, як медико-географічний аналіз, картографування, районування тощо. Основні наукові напрями дослідження – медико-географічна оцінка природних та соціально-економічних особливостей конкретних регіонів, медичне ландшафтознавство, нозогеографія (географія поширення захворювань), медико-географічне районування і прогнозування, медичне країнознавство. Останніми роками визначилися нові напрями досліджень, пов'язані з екологічними проблемами.

Важлива роль у цих дослідженнях належить медико-географічному картографуванню – складанню та використанню окремих карт та атласів. Існуючий досвід свідчить про те, що медико-географічне картографування доцільно проводити в двох напрямках. Перший – це створення загального випуску медико-географічного атласу України, другий – розробка його спеціалізованих випусків, присвячених окремим захворюванням населення. Якщо загальний випуск Медико-географічного атласу України відсутній, то його декілька спеціалізованих випусків вже опубліковано. Останні відрізняються своїм науково-

довідковим характером. Головним предметом картографування у таких випусках є географічні особливості поширення окремих захворювань населення. В них простежується практична спрямованість діяльності відповідних медичних служб на профілактику та лікування хвороб.

Основним принципом розробки Медико-географічного атласу: серцево-судинні захворювання населення України є цілісність, що визначається повнотою і внутрішньою єдністю його змісту. Об'єктом дослідження виступає геосистема «суспільство-природа» та екосистема «фактори навколишнього середовища – ССЗ населення». Блоки цієї системи визначають структуру атласу та зміст окремих карт:

1. Загальногеографічна ситуація на території України (фізико-географічні та соціально-економічні умови).
2. Еколого-географічні передумови поширення ССЗ.
 - 2.1. Космічні (геліофізичні) фактори, кліматичні й погодні умови.
 - 2.2. Мікроелементи гірських порід і їх роль в життєдіяльності людини (біохімічні особливості ґрунтів, природних вод).
 - 2.3. Демографічні і соціально-побутові умови.
3. Захворюваність і смертність населення від хвороб серцево-судинної системи.
4. Кардіологічна служба України.
5. Медико-географічне зонування території.
6. Оцінка, прогноз, рекомендації (проведено парний і множинний кореляційно-регресійний аналізи, складено рівняння багатофакторної регресії, за яким розраховані прогнозні показники ССЗ і складені відповідні карти, даються практичні рекомендації по використанню карт тощо).

Головною метою Медико-екологічного атласу України (Екоатласу) є відображення взаємозв'язків здоров'я людей з навколишнім середовищем у системі «суспільство – природа». Провідна ідея цього видання - висвітлення причин погіршення екоситуації і залежність від неї стану здоров'я населення, що дозволяє визначити шляхи вирішення екологічних проблем. Структурні блоки інтегративної геосистеми в Екологічному атласі України представлені серіями аналітичних і синтетичних карт, об'єднаних в тематичних розділах та підрозділах, тобто склад, співвідношення і логічна послідовність частин, розділів, підрозділів і груп карт в атласі визначається його типом та призначенням,

географічною вивченістю території, її регіональними особливостями.

Для вирішення конкретних екологічних проблем, пропаганди екологічних знань, навчального процесу тощо важливі також карти синтетичної оцінки екоситуації та її складових компонентів.

Тому для картографічного дослідження доцільно вибрати найголовніші екологічні фактори, які суттєво впливають на формування екоситуації в регіонах. До таких віднесена територіальна концентрація виробництва, господарська опанованість земель, густота населення, забруднення природного середовища та його компонентів і здоров'я населення. Кожний показник є синтетичним за змістом. Критерії їх екологічності визначаються в процесі створення по-факторних карт зонування території.

9.3. Технологія створення екологічних карт

Вже великий час екологія уявляється не тільки як наука, але й ідеологія, яка пронизує всі науки та сфери людської діяльності. Основна її мета полягає в оптимізації взаємодії суспільства і природи, яка унеможливило порушення рівноваги природних систем, а значить і умов життєдіяльності суспільства.

У географії є кризові теоретичні питання раціонального природо-користування і охорони природи для розв'язання яких необхідно залучити концепції екології.

Це викликає необхідність інтеграції географічного і екологічного підходів для вирішення проблем оптимізації взаємодії суспільства і природи. Тому представники наук про Землю роблять спробу різними способами поєднати екологію з географією.

Зокрема виділяються такі точки зору:

⇒ *екологія розглядається як самостійна дисципліна в межах географічних наук (екологічна географія)*. У цьому випадку можна говорити про еколого-географічне картографування як один із напрямів тематичного географічного картографування;

⇒ *географія вбачається як частина більш великої екології, а саме геоекології* (деякою загальною наукою про Землю), тому необхідно визнати, що географо-екологічні карти – це різновид екологічних карт;

⇒ *екологія сприймається як самостійна наука поза межами*

географії, але суміжна з нею. Виходячи з цього географічні і екологічні карти повинні існувати окремо і незалежно, що важко уявити. Тим більше що екосистеми не закріплені територіально, тобто такі карти не можуть існувати;

⇒ *екологія є сучасною географією, отже всі географічні карти залишаються такими, або перетворюються у геоекологічні*. Оскільки об'єкти цих наук, екосистеми і геосистеми не є синонімічними поняттями, то це не відповідає дійсності. Більш правдивим є те визначення, що сучасна екологія наближається до географії.

Основою першого напрямку об'єднання екології і географії є екологічний підхід в географії. Він ставить перед географами низку актуальних проблем:

➤ *вивчити просторово-часові закономірності взаємодії природи і суспільства;*

➤ *дати оцінку негативним і позитивним результатам такої взаємодії;*

➤ *розробити принципи прогнозу змін природно-антропогенних геосистем і наукові основи управління ними;*

➤ *на основі сучасних вимог дослідити швидкі зміни природи, викликані існуванням великих господарських проєктів;*

➤ *вирішити проблему збереження ресурсо- і середовище-утворюючої здатності геосистем.*

Екологічний підхід у дослідженні геосистем має також ряд прикладних аспектів. Географія, яка користується екологічними критеріями оцінки, спроможна вирішити багато питань, що відносяться до охорони і оптимізації навколишнього середовища. Вони зводяться до управління геосистемами, що можливе лише на екологічній основі. Екологія, в широкому розумінні, є тим фільтром, через який належить пропустити географічну інформацію раніше, ніж її використати при вирішенні економічних питань.

Таким чином, екологічна концепція необхідна географії для успішного вивчення і оптимізації географічного середовища людського суспільства, а саме:

➤ *вивчення геосистем усіх рівнів з урахуванням їх екологічного змісту – важлива умова для оптимізації використання земної поверхні;*

➤ екологічне тлумачення геосистем – необхідна умова для пізнання їх структури;

➤ екологічний підхід дозволяє встановити механізм взаємозв'язку між багатьма компонентами, що складають геосистему тощо.

Вирішення цих проблем ставить також певні завдання і перед географічною наукою, зокрема:

⇒ дослідження мінливості геосистем і їх стійкості по відношенню до зовнішніх впливів;

⇒ аналіз ризиків наближення екологічних катастроф, обумовлених природними і техногенними причинами;

⇒ обґрунтування раціонального природокористування і раціональної організації території в умовах значних антропогенних навантажень;

⇒ розробка основ географічного прогнозу, який базується на складній взаємодії природних і соціально-економічних факторів, тощо.

Завдяки цьому географія більше ніж деякі інші науки наближається до пізнання об'єктивної закономірності побудови, розвитку і просторової диференціації навколишнього природного середовища. Вона завжди вивчала це середовище як територіальну одиницю (тобто як геосистему), що складається з природних і соціально-економічних компонентів.

Навколишнє середовище характеризується просторовою мінливістю, саме ця властивість має велике екологічне значення. Тому, географічне вивчення навколишнього середовища, можна вважати необхідною передумовою екологічних досліджень. Крім того, сучасна географія найбільше підготовлена до екологічних досліджень на міждисциплінарній основі. Вона має для цього необхідні засоби і методи, а головне – велику наукову інформацію про стан навколишнього середовища, природні ресурси, ступінь і форми господарського використання окремих територій, особливості територіальної взаємодії у геосистемі «суспільство-природа» тощо.

Важливою особливістю географічного дослідження є великі потенційні можливості системного підходу до вивчення природних і суспільних явищ, які можна повністю використати в ході міждисциплінарних екологічних досліджень.

Традиційний інтерес географії до просторової диференціації, намагання

точно прив'язати свої висновки до карти дають географам перевагу перед іншими спеціалістами в трактуванні середовища існування людей, тобто у дослідженні і вирішенні екологічних проблем існує сильний географічний аспект. Це служить основою для виділення особливого конструктивного напрямку в географії – екологічної географії. Він проявляється в процесі еколого-географічного аналізу і оцінювання території.

У цьому контексті еколого-географічний аналіз і оцінювання – це комплексне міждисциплінарне дослідження екологічного стану інтегративної геосистеми «суспільство-природа» з метою її оптимізації. Це актуальний напрям сучасної географії, а саме – екологічної географії, що базується на інтегративному поєднанні системного, географічного і екологічного підходів та спрямовані на створення наукових основ вирішення проблем оздоровлення навколишнього середовища і раціонального природокористування.

Такі дослідження є географічними за об'єктом і методом, але екологічними за сутністю або предметом. Граничним, тобто максимальним, об'єктом для географічної науки, в тому числі і географічної картографії, вважається географічна або ландшафтна оболонка Землі, територіальними проявами якої є складні геосистеми різного ієрархічного рівня.

До найвищого рівня належить геосистема «суспільство-природа». Саме в ній, під час взаємодії геокомпонентів, виникають екологічні проблеми. Тобто, суто екологічна система знаходиться всередині всієї системи «суспільство-природа».

Параметри цих екологічних систем визначаються поняттями екології людини (антропоекології), населення (соціоекології), тваринного і рослинного світу та мікроорганізмів (біоекології).

Оскільки географія і картографія пов'язані з надорганізованими системами (тобто сукупностями організмів, а не людиною-індивідом чи однією рослиною або твариною, хоча існують плани-карти індивідуальних ділянок життєдіяльності окремої тварини), то об'єктами біоекологічного картографування є люди (населення) і оточуюче їх навколишнє середовище, рослини і тварини, які розглядаються в системі «суспільство-природа».

Географічний підхід – один з міждисциплінарних загальнонаукових підходів, різновидність просторово-системного підходу. Сутність його

полягає в орієнтуванні на розгляд різнорідних об'єктів і явищ як територіально диференційованих, організованих та існуючих у просторі і часі систем.

Об'єктом географічних досліджень є різні територіальні утворення або явища (стан, відношення, процес) на земній поверхні (в ландшафтній оболонці), які відповідають важливим методологічним принципам географії (територіальності або геоторіальності, комплексності, конкретності і глобальності), картографуються, впливають на розвиток або стан ландшафтної оболонки, а також передбачають одержання нових знань (фактів, теорії) про цю оболонку (геоверсум). Таким критерієм відповідають географічні системи (геосистеми).

Отже, геосистеми формують географічне середовище для існування живих організмів і їх угруповань, а *географічний підхід в екології* передбачає територіальну диференціацію екологічних процесів та явищ і являє собою комплекс підходів, що враховують специфіку інтегративних об'єктів дослідження (еко- і геосистем).

Близькість понять екогеосистем і геоекосистем дозволила деяким вченим трактувати геоєкологію як географічну науку. Вона визначається як наука про комфортність географічного середовища: наскільки сприятливі, комфортні умови проживання і виробничої діяльності людини на певній території.

Такої думки дотримуються деякі вчені інституту географії НАН України. На думку Г.О. Бачинського, виникнення геоєкології стало логічним завершенням об'єктивного процесу географізації екології, підвищенням її ролі у вирішенні завдань раціонального природокористування. Таким чином, геоєкологія інтегрує географічний і екологічний підходи для вирішення екологічних проблем існування живих організмів.

Розглянемо суть цієї інтеграції.

Як відомо, суспільство стоїть перед проблемою виживання в умовах деградації природного середовища. Існує реальна загроза порушення біосфери і всієї географічної оболонки в цілому. Перша є об'єктом дослідження екології, а друга – географії. Біосфера – це частина географічної або ландшафтної оболонки, в якій існує життя. Саме в цьому визначенні полягає велика подібність цих наук, що важливо при розробці концепції географізації екології.

Різняться вони своїми концептуальними моделями:

⇒ для екології характерний чітко виражений *центризм (організоцентризм)*;

⇒ для географії – *рівність перед наукою всіх елементів і зв'язків земних систем (поліцентризм)*.

Предметом географії є просторово-часова організація географічної оболонки і її складових, до яких входять організми і їх середовище існування, а також зв'язки між ними. Щодо екології, то її предметом виступає взаємовідношення організмів і їх об'єднань усіх рівнів із навколишнім природним середовищем, до складу якого входять елементи географічної оболонки (геосистеми) та їх зв'язки.

При цьому конкретний предмет дослідження залежить від структури екології. Як відомо, вона ділиться на загальну і конкретну (екологія тварин, рослин, мікроорганізмів). Загальна екологія займається вивченням популяцій, біоценозів, екосистем. Вплив навколишнього середовища на людину досліджує екологія людини.

В одному випадку екологія людини виступає як біологічна наука, коли відносини людини з навколишнім середовищем досліджуються у біологічному плані (як популяція та її екологічна ніша), в іншому – вона розглядається як соціальна наука, що вивчає комплекс проблем, пов'язаних із взаємовідносинами суспільства і природи, тобто це соціальна екологія (соціоекологія). Людина впливає на навколишнє середовище і одночасно сама відчуває на собі цей вплив.

Таким чином, зусилля географії і екології спрямовані на вирішення проблеми збереження навколишнього середовища, а точніше просторово-часових особливостей взаємодії організмів із середовищем. Ця взаємодія відбувається в різних соціально-природних умовах, на рівні конкретних екосистем і геосистем, тобто на певній території. Це формує новий об'єкт дослідження – геоекосистему, що дає змогу для їх дослідження використовувати географічні підходи. При цьому аналіз і оцінка територіально диференційованих форм взаємодії людини з навколишнім середовищем його існування є найбільш актуальним для геоєкології.

9.4. Особливості використання екологічних карт

Екологічний підхід – один з міждисциплінарних загальнонаукових підходів, різновидність системного підходу. Він доцільний, якщо певна сукупність предметів і явищ (система, об'єкт) розглядається з точки зору суб'єкта як центрального в цій сукупності (тобто на ньому замикаються усі зв'язки). У випадку, коли при екологічному підході центральним суб'єктом оцінки є живі організми (у тому числі людина), то йдеться про власне екологію, тобто екологію живих організмів (біоекологію) і екологію людини (демоекологію).

Якщо таким суб'єктом виступають інші компоненти природи, то це є оцінка природних умов і ресурсів для життя та діяльності людини. Це відноситься до іншого напрямку екології – геоекології.

Коли ж центральним суб'єктом є біосфера Землі в цілому, то це буде глобальна екологія. Вона вивчає біотичні і абіотичні компоненти природи. При цьому людство є складовою частиною біосфери. Тому в глобальній екології закладений принцип не антропоцентризму а біоцентризму.

Таке бачення екологічного підходу впливає на сутність екологічного картографування, яке і нині має недостатньо визначені межі та зміст, об'єкт і предмет дослідження. Нерідко основним об'єктом екологічного картографування вважається ключове в класичній екології поняття – екосистеми різного ієрархічного рівня, біота, екологічні ситуації, природоохоронні заходи.

Предмет екологічного картографування визначається як відображення різних аспектів взаємовідносин живих організмів і їх угруповань з середовищем існування. Деякі автори включають до екологічних карт традиційні фізико-географічні карти: геоботанічні, ландшафтні.

Така різноманітність об'єкта і предмета екологічного картографування обумовлена, подвійним значенням людини з одного боку, як фактора впливу на навколишнє середовище, а з іншого – біологічного виду, що зазнає впливу цього середовища.

Картографічне зображення першого аспекту забезпечує значна частина тематичних карт.

Другий аспект – більш вузький за змістом і може бути реалізований картами реакції людини на цей вплив. Так виникли два суттєвих підходи до змісту екологічних карт.

Правомірність включення традиційних тематичних карт до екологічних підтверджується конкретними прикладами. Так, карти розміщення тваринництва характеризують і навантаження на луки, карти автомобільних доріг одночасно є картами свинцевого забруднення ґрунтів і т.д. У той же час, на традиційних тематичних картах, відповідна інформація не виділяється і не компонується так як це необхідно для геоекологічних досліджень і оцінок.

Отже, можна зробити висновок, що поняття предмета і об'єкта екологічного картографування змішані, оскільки в екологічному картографуванні не існує їх загальноприйнятих визначень. Більшість авторів схильні вважати, що об'єктом екологічного картографування є екосистеми або геосистеми різного ієрархічного рівня чи їх компоненти, а предметом дослідження – властивості, відношення в них, що формують якість навколишнього середовища стосовно суб'єкта оцінки.

За своєю суттю географічні дослідження і комплексне картографування завжди були системними, точніше стихійно системними.

Системна концепція – це розвиток і конкретизація важливих принципів діалектичного методу, особливо його положень про співвідношення частини і цілого, про об'єктивність і універсальність взаємозв'язків.

Відповідно до цієї концепції ціле не може завжди зводитись до механічної суми частин, у процесі синтезу цілого із частин виникає нова якість.

Прогресивність використання такої концепції в топографії і картографії має насамперед методологічне значення. Воно розвиває у географів і картографів особливий стиль мислення, можливість по-новому сприймати предмет дослідження, а саме:

➤ *обґрунтовано вибирати для картографування основні елементи геосистем і найбільш вагомі їх показники;*

➤ *розглядати окремі елементи територіальної системи як підсистеми, що зазнають впливу інших компонентів систем;*

➤ *визначати, враховувати і відтворювати головні між елементні зв'язки і кореляції;*

➤ *краще усвідомлювати багаторівневий характер системного картографування, обумовлений різними територіальними розмірами і складністю структури геосистем тощо.*

В основі системного підходу лежить поняття «системи». Цей термін

в екогеографії може використовуватись переважно в трьох значеннях:

⇒ для визначення і виділення складного синтетичного об'єкта дослідження;

⇒ для характеристики теоретичної побудови, концепції, набору взаємопов'язаних понять (системи – теорії);

⇒ для посилання на метод дослідження як сукупність прийомів, принципів, правил (системи – методи).

Названі системи в наукових картографічних дослідженнях існують як єдине ціле. Вони сприяли становленню системного картографічного моделювання, під яким, виходячи з аналогії системного картографування, слід розуміти створення, аналіз і перетворення картографічних творів як моделей реальної дійсності (вона розглядається як геосистема і моделюється в системі карт) з метою їх використання для одержання нових екологічних знань про геосистеми та їх складові компоненти.

Об'єкт картографічного дослідження, як геосистема, завжди конкретизується у двох відношеннях – територіальній розмірності геосистем і їх структурних складностях (ієрархії), що визначається відповідно до цільового призначення карт. Цей фактор обумовлює вирішення другого завдання – встановлення складу і структури системи карт, їх масштабів, змісту, взаємозв'язків і співвідношень.

Таким чином, перша частина системного підходу в географічній картографії передбачає розгляд об'єктів дослідження як геосистем, що характеризуються:

- наявністю множини елементів (компонентів);
- цілісністю;
- взаємозв'язком і взаємозумовленістю елементів системи;
- порядком і певною організацією системи;
- особливістю способів функціонування елементів в системі як єдиного організму;
- для географічних систем вказується ще одна властивість - їх просторово-часовий масштаб.

9.5. Методика аналізу екологічних процесів і явищ за допомогою карт

Головною специфічною ознакою геосистем є їх територіальна цілісність, зв'язки, стійка структура.

Кількість елементів системи та існуючі зв'язки між ними дають уяву про розміри системи. Описування елементів є вихідною базою для вивчення її цілісності, тобто внутрішньої єдності об'єкта.

Ці характеристики необхідно розуміти не в абсолютному, а у відносному значенні, оскільки сам об'єкт дослідження має багато зв'язків з навколишнім середовищем та існує в єдності з ним. Уява про цілісність об'єкта залежить від його вивченості і є історично перехідною.

Цілісність характеризується певними властивостями, найважливішими з яких є: структурність; функціональність; ієрархічність.

Під структурою геосистем розуміють її внутрішню організацію, взаємозв'язок компонентів. Серед багатьох тлумачень поняття «структура» картографію влаштовує визначення її, по-перше, як порядку розташування (побудови) елементів системи, по-друге, як стійкого зв'язку між елементами, що обумовлюють цілісність системи.

Дійсно, на карті відображається розміщення певних явищ і властиві їм взаємозв'язки. Наприклад, між гідрографією і рельєфом, населеними пунктами і транспортною мережею, промисловими підприємствами і їх ресурсною базою. Вони сприймаються при візуальному аналізі карти. Інші прийоми роботи з картою, наприклад, картометрія, підтверджує і кількісно характеризує структуру геосистем.

Терміни «функція» і «функціональність» також не мають однозначного визначення. Картографію задовольняє розуміння їх як активного взаємозв'язку елементів системи і відповідно самої системи для збереження і підтримання її ролі в системі більш високого рівня.

Функціонування може передаватися на картах динаміки природних явищ (наприклад, вітрів і течій) та соціально-економічних явищ (міграцій людей, потоків вантажів, енергії, інформації), на топографічних картах - динаміки ярів, пливунів, повеней тощо. Без дослідження функціонування на картах не можливо передавати розвиток і прогнозування геосистем.

Отже, структура (порядок і зв'язки елементів системи) і функціонування, як активність елементів, спрямованих на збереження систем

відносяться до взаємодоповнюючих характеристик систем, оскільки через зв'язки реально розкривається цілісність об'єкта дослідження.

Єдність усіх структур складає організацію системи. При цьому внутрішні зв'язки більш сильніші, ніж між подібними компонентами за межами даної системи дослідження. Це дає змогу відокремити систему і встановити її межі. Критерієм останніх є сила зв'язків внутрішніх елементів системи, а також цієї системи з ідентичними зовнішніми.

Важливим етапом дослідження геосистеми є побудова графічної теоретичної декомпозиційної моделі системи, адекватної реально існуючому об'єкту. Для цього використовується елемент абстракції, який створюється з різною пізнавальною і експериментальною метою на основі емпіричних даних.

У процесі картографічного дослідження відбувається виділення, моделювання і аналіз головних елементів системи, синтез даних про окремо вивчені її елементи та їх зв'язки тощо. Але при цьому, системне картографування не може і не повинно прагнути до вичерпного зображення геосистем.

Навпаки, основна мета і значення картографування полягають в цілеспрямованому дослідженні компонентів структури, динаміки природних і соціально-економічних елементів для вирішення конкретного наукового та практичного завдання.

Багато завдань картографічного моделювання можна вирішувати за принципом «чорного ящика», коли окремі геосистеми або їх компоненти розглядаються як цілісність без декомпозиції і аналізу їх внутрішніх зв'язків та процесів, а карти лише відтворюють зовнішні фактори функціонування системи і його результати.

У випадку, коли необхідне поглиблене картографічне вивчення геосистем, слід виконати ряд умов:

⇒ *провести теоретичні розробки просторової і змістовної класифікації геосистем і науковий аналіз останніх;*

⇒ *встановити для всіх розділів класифікації геосистем специфіку їх картографування, що передбачає відтворення основних компонентів і взаємозв'язків, а також особливості генералізації для кожного ієрархічного рівня;*

⇒ *регулярно використовувати для дослідження складних геосистем метод поділу (при роздільному моделюванні її складових елементів, взаємозв'язків) паралельно з цілісним підходом.*

Саме такий принцип використовується при складанні комплексних національних атласів.

Такі атласи – це не просто набір окремих географічних карт, а цілісна їх система, в межах якої карти пов'язані між собою і доповнюють одна одну. В серіях карт і атласі моделюються географічні системи, тобто сукупності природних і соціально-економічних об'єктів, відтворюються їх взаємозв'язки і взаємодія, особливості функціонування. Вони поєднуються у тематичних розділах і підрозділах системних картографічних видань.

На основі карт атласу можна будувати різноманітні додаткові, похідні моделі, що дозволяють проникнути глибше у суть явищ. Порівнюючи декілька карт атласу, можна дослідити взаємозв'язки явищ і навіть складати кореляційні карти, що важливо для еколого-географічного аналізу території. Залежно від мети такого аналізу можуть розроблятися різні варіанти карт щодо змісту і ступеня генералізації для однієї і тієї ж геосистеми, що особливо характерно для атласів і серій карт спеціального призначення.

У кожному конкретному випадку стратегія екогеографічних картографічних досліджень може бути різною. Вона значною мірою залежить від того, чи аналізуємо ми вже виділену геосистему, чи синтезуємо систему із досліджених елементів. Оскільки вихідні позиції неоднакові, то планування і організація дослідження також будуть різними. При цьому необхідно узгодження спостережень щодо території, часу, рівня дослідження, ступеня узагальнення, масштабу, мови.

Картографи, спрощуючи завдання, принцип системності нерідко заміняють систематичністю, відтворенням цілісної системи на єдиній карті – послідовним зображенням її складових на серії карт. Однак серія карт, навіть атлас, не обов'язково є відтворенням системи з її власними та інтегральними якостями.

Тому, принцип системного картографування потребує подальшого удосконалення. Це стосується також атласного картографування і вивчення системи за серіями карт різної тематики. Проте не завжди зрозуміло, які саме карти складають повну серію. Це завдання з двома невідомими: з одного боку, воно залежить від ступеня вивчення геосистеми, а з іншого – від конкретної мети і можливостей картографічного дослідження.

Розділ 10

ЗАСТОСУВАННЯ ДИСТАНЦІЙНИХ ЗАСОБІВ ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ В ТОПОГРАФІЇ ТА КАРТОГРАФІЇ

□ План (логіка) викладу і засвоєння матеріалу:

10.1. Історія виникнення та розвитку дистанційного зондування.

10.2. Аерофотознімки і прийоми роботи з ними.

10.2.1. Підготовка аерознімки до роботи та його використання для вирішення практичних задач.

10.2.2. Дешифрування аерофотознімків.

10.3. Роль дистанційного зондування Землі в географічних дослідженнях.

10.4. Перспективи розвитку ДЗЗ.

10.5. Системи супутникової навігації.

10.1. Історія виникнення та розвитку дистанційного зондування

Уперше дані дистанційного зондування були застосовані для вивчення географічних об'єктів, що мають просторовий розподіл, наприкінці XIX століття німецькими лісниками, що використовували фотографії, отримані з повітряних куль для підготовки карт лісів. З тих пір дистанційне зондування розглядається фахівцями, як метод одержання географічної інформації, тобто інформації про розташування об'єктів у просторі і зміні цих об'єктів у часі, а також про динаміку природних процесів у навколишньому природному середовищі.

В міру переходу від візуальної ручної обробки чорно-білих аерофотознімків для цілей картографування до машинного аналізу багатозональних даних, одержуваних із супутників у цифровому вигляді, з метою вивчення складних природних процесів, техніка і методи роботи з даними дистанційного зондування значно ускладнювалися. Дистанційне зондування відкриває величезні можливості перед ученими, що займаються географічними і екологічними дослідженнями. Для того щоб

більш повно реалізувати ці можливості, необхідна збалансована програма досліджень – як фундаментальних, так і прикладних.

Німецький філософ Іммануїл Кант визначав географію як науку про вивчення взаємозв'язків предметів у просторі. Поряд з поглядом Канта на аналіз просторових відносин, як основу географії, існує уявлення про географію, як про науку, що вивчає людину і його взаємовідносини з навколишнім середовищем. Останній підхід найчастіше приймається вченими, що дотримуються тієї точки зору, що географія в більшому ступені є метод спостереження й опису взаємозв'язків у навколишньому середовищі, ніж фундаментальний розділ у системі знань. Географічні дослідження мають своєю метою визначити просторові характеристики об'єктів і явищ у навколишньому середовищі і їхній взаємозв'язок із природними і суспільними процесами. Дистанційне зондування в багатьох відносинах полегшує проведення подібних досліджень. Перевагою такого методу є можливість одержання значних обсягів несуперечливих даних з великих територій, причому ці дані можуть бути представлені як у цифровій, так і в аналоговій формі, зручної для аналізу.

У живих організмів складається визначене представлення про навколишнє середовище, що їх оточує. Маються безумовні докази того, що наявність уявних образів у тій або іншій формі є ознакою нормальної життєдіяльності мозку, принаймні, у вищих тварин. Найважливіша властивість таких образів – просторове розміщення об'єктів. Подібні уявні або когнітивні образи можна розглядати як ескізні карти, у яких об'єкти прив'язані до деякої відносної системи координат. Уявні образи не повторюються від одного індивідуума до іншого. Для того, щоб відбити взаємозв'язок об'єктів усередині цих образів, ми можемо удатися до словесного або графічного опису. Подібні малюнки, що характеризують простір з географічної точки зору, можна вважати найпростішими географічними картами. Географи віддавна були зацікавлені в таких засобах, що дали б загальну основу для спостереження за об'єктами і явищами в навколишньому середовищі.

Історія початку картографії відноситься до часів Древнього Єгипту і Месопотамії. Передбачається, що саме тоді (приблизно в 2500 р. до н.е.) була створена, знайдена археологами, перша карта на глиняній табличці. Безсумнівно, що в ще більш ранні часи люди використовували підручні засоби, наприклад камені і гілки, для ілюстрації географічних

взаємин. *Основна задача картографії* – зменшення складності просторових характеристик і представлення в зручній для зорового сприйняття формі різних ділянок земної поверхні, що варіюють у розмірах від невеликих площ до земної кулі в цілому. Так само як писемність, що відкриває більш широкі можливості для спілкування, в порівнянні з мовою жестів, географічні карти розширюють наші можливості, дозволяючи спостерігати просторові відносини на досить великих територіях.

До появи дистанційного зондування карти склалися на основі безпосередніх спостережень на місцевості або узагальнювалися за даними, зібраними для інших цілей. Подібна ситуація збереглася і донині в області збору тематичної інформації (наприклад, про рослинність, клімат, економічну діяльність), яка використовується для складання карт у регіональному, національному, континентальному і глобальному масштабах. Точність таких карт визначається точністю наземної вимірювальної апаратури і рівнем кваліфікації фахівців, що працювали над картою.

На сучасному етапі, навпаки, головним засобом точного двовимірного просторового аналізу є карта-основа, що практично цілком спирається на дані фотограмметрії і результати дешифрування аерофотознімків. Карти-основи являють практичну цінність і для інших наук, де вони відіграють роль базисних матеріалів для ряду досліджень.

В історії застосування аерометодів (які згодом стали називати дистанційним зондуванням) у географії можна виділити ряд етапів.

1858...1930 pp. Поступове усвідомлення того факту, що аерофотознімки становлять інтерес для картографії. У зазначений період почали проводитися експерименти і невеликі за обсягом практичні роботи з застосування аерофотознімків у будівництві, сільському і лісовому господарстві, ґрунтових дослідженнях і картографії.

1920...1950 pp. Розширення області застосування матеріалів аерофотознімання для мирних цілей поєднується зі швидким розвитком методів дешифрування аерофотознімків для розвідувальних цілей, викликаних потребами воєнного часу.

1945...1962 pp. Удосконалювання техніки дистанційного зондування і переорієнтування методу на мирні цілі. В другій половині розглянутого періоду значна увага приділяється дешифруванню аерофотоматеріалів, які використовуються для географічних досліджень.

1960...1980 pp. Застосування методів дистанційного зондування для аналізу зростаючих обсягів інформації і розробка методів аналізу даних, отриманих у невидимих ділянках спектра електромагнітних хвиль.

1980 p. – *до дійсного часу.* Інформація, одержувана з різних систем і носіїв у різні періоди часу й у різних масштабах, починає бути основним джерелом даних для моделювання.

Тимчасові періоди, пов'язані з зазначеними етапами, частково перекриваються, тому що процеси становлення, визнання і впровадження нового методу знаходяться в залежності один від одного.

10.2. Аерофотознімки і прийоми роботи з ними

Повітряне фотографування – це фотографування місцевості і окремих об'єктів з літальних апаратів (літаків, вертольотів, штучних супутників Землі) за допомогою аерофотоапаратів (АФА). У результаті повітряного фотографування отримують аерофотознімки (скорочено – аерознімки).

Зображення місцевості на аерознімках детальніше і сучасніше, ніж на карті. Але на них нема підписів об'єктів місцевості, їх кількісних і якісних характеристик, нема горизонталей, за допомогою яких на карті математично точно передаються характеристики всіх форм рельєфу. Крім того, до недоліків аерознімків можна віднести і складність читання (дешифрування) об'єктів. Все це змушує використовувати аерознімки з картою, часто як доповнення до неї.

Види повітряного фотографування визначаються в залежності від типу АФА і положення його оптичної осі під час фотографування, від пори року і часу доби, способів виконання і застосовуваних фотоматеріалів. Основними видами повітряного фотографування є:

- *планове та перспективне* (за положенням оптичної осі АФА під час фотографування);
- *кадрове, цільове, панорамне* (за типом АФА);
- *поодинокі, маршрутні, площинні* (за способом виконання);
- *денне, нічне* (за часом доби);
- *чорно-біле, кольорове, спектрально-зональне* (за кольором фотозображення);
- *літнє, зимове, перехідного періоду* (за порою року).

Планове фотографування має найбільш широке застосування. Воно виконується при такому положенні АФА, коли його оптична вісь у момент фотографування співпадає з прямовисною лінією або відхиляється від неї на невеликий кут – не більше 4° (рис. 10.1 а). Плановий аерознімок на рівнинній або горбистій ділянці являє собою фотографічний план місцевості, який легко ототожнювати з картою. Він має постійний масштаб і дозволяє визначати порівняно точно місцезнаходження, конфігурацію і дійсні розміри об'єктів, а також може бути використаний для вимірювання відстаней, кутів і площ.

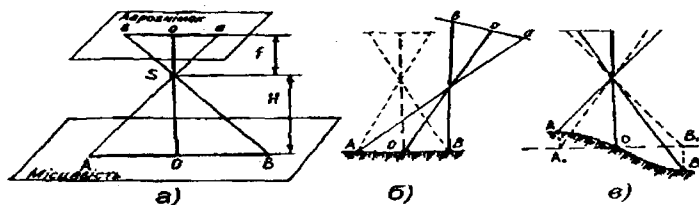


Рис. 10.1. Геометрична сутність повітряного фотографування (а), спотворення перспективного зображення (б), спотворення за рельєф (в).

Перспективне фотографування виконується при нахиленому положенні оптичної осі АФА (рис. 10.1 б). Масштаб перспективного знімка перемінний: передній план – великий, а потім він поступово зменшується до заднього плану. Ці знімки дуже наочні і легше читаються, тому що на них об'єкти місцевості зображені в звичному вигляді, але проводити виміри за такими знімками дуже складно з-за спотворень перспективного зображення і за рельєф місцевості.

Спотворення перспективного зображення виникають через нахил оптичної осі АФА. Рівні на місцевості і на плановому знімку відрізки АО і ОВ на перспективному знімку (рис. 10.1 б) стають нерівними. Із-за нерівностей земної поверхні на аерознімку виникають лінійні спотворення за рельєф. При позитивних формах рельєфу відстані збільшуються, при негативних – зменшуються (рис. 10.1 в).

Щілинне фотографування на відміну від звичайного (кадрового) робиться спеціальним (щілинним) АФА, в якому експонування фотоплівки ведеться через вузьку, постійно відкриту щілину на плівку, яка переміщується зі швидкістю польоту літака в масштабі фотографування.

Щілинний аерознімок являє собою суцільне (без розривів) фото-зображення смуги місцевості у вигляді рулону на всю довжину плівки, яка експонується, і може успішно застосовуватись при слабкому освітленні місцевості, наприклад, у сутінках і при зніманні на великих швидкостях з малих висот.

Панорамне фотографування виконується спеціальними (панорамними) АФА, у яких під час фотографування об'єкти повертається в площині, перпендикулярній до напрямку польоту. Панорамне фотографування забезпечує захват місцевості, яка фотографується, від горизонту до горизонту. На панорамних аерознімках у центральній частині виходить планове зображення місцевості, а по краях – перспективне.

Поодинокі фотографування застосовується для знімків окремих об'єктів (як правило, вночі).

В усіх інших випадках застосовується маршрутне (переважно) і площинне фотографування з перекриттями між знімками в маршруті (поздовжнє) 20% і більше та між маршрутами (поперечне) 30...40%. Двох - трьох -, і чотирьох маршрутне фотографування може проводитися з одного маршруту польоту, але спеціальними АФА.

Кольорове фотографування проводиться на плівку, яка складається з трьох емульсійнопоєднаних шарів. При зйомці на кожний шар діють промені певної частини спектра (синій, зелений, червоний), поєднання трьох основних кольорів дає будь-який кольоровий відтінок. У результаті отримують аерознімки, на яких зображені об'єкти місцевості в натуральному кольорі.

Спектрально-зональне фотографування виконується одночасно в декількох зонах спектра. Воно виконується одним АФА на фотоплівку, яка має два або більше емульсійних шари, кожен з яких чутливий до певної зони спектра.

Радіолокаційне зображення місцевості отримують у будь-яку пору року, час доби і за будь-якої погоди за допомогою спеціальної радіолокаційної апаратури бокового огляду. Для отримання зображення земної поверхні в цій апаратурі застосовується індикаторна електронно-променева трубка з малим післяосвіченням, яка формує лише одну лінію. За допомогою оптичної системи ця розгортка проектується на фотоплівку, яка має механізм протяжки, що рухає плівку зі швидкістю, пропорційною швидкості літака. У результаті на фотоплівці отримується

безперервне (без поділу на кадри) радіолокаційне зображення смуги місцевості за напрямком польоту.

Геометрична сутність і масштаби повітряного фотографування

Геометрична сутність повітряного фотографування полягає в центральній проекції, що і обумовлює його властивість. Центр об'єктива АФА (див. рис. 10.1 а) – S є центром проекції, а площина аерознімка – площина проекції. Головна оптична вісь OSO складається з двох частин: OS – висота фотографування (H), oS – фокусна відстань (f) АФА.

Аерознімок плоско рівнинної місцевості, при прямовисному положенні оптичної осі АФА, відповідає плану місцевості. Масштаб аерознімка визначається відношенням фокусної відстані АФА до висоти зйомки.

Ця залежність виводиться з подібності трикутників (див. рис. 10.1 а) Sao і SAO :

$$\frac{1}{m} = \frac{ab}{AB} = \frac{So}{SO} = \frac{f}{H} \quad (10.1)$$

Таким чином, чим більша фокусна відстань f , тим у більшому масштабі можна виконати фотографування з даної висоти польоту.

Масштаб повітряного фотографування вибирають у залежності від детальності даних, які необхідно отримати про місцевість. Чим більший масштаб фотографування, тим більше подробиць можна виявити, але при збільшенні масштабу фотографування збільшується кількість аерознімків, що подовжує терміни їх обробки і веде до затримки інформації.

10.2.1. Підготовка аерознімка до роботи та його використання для вирішення практичних задач

Щоб використати переваги аерознімка, його необхідно підготувати до роботи, тобто ознайомитися з вихідними даними і «прив'язати» аерознімок до карти, визначити масштаб і зорієнтувати знімок (нанести напрям магнітного меридіана) і, якщо необхідно, нанести координатну сітку.

Для прив'язки аерознімків до карти роблять накідний монтаж, визначають на знімках найбільший об'єкт (місто, річку, озеро, дорогу) і

відшукують його на карті. Потім детально співставляють із картою, знаходять на ній всі об'єкти, розташовані на межах маршруту, і окреслюють на карті ділянку, зображену на знімку.

Масштаб планового аерознімка визначають за картою. Для цього на карті і аерознімку вибирають чотири точки, керуючись наступними вимогами: точки повинні бути контурними, які є і на знімку, і на карті, але не повинні бути ближче одного сантиметра від краю знімка; крім цього, точки повинні бути поблизу діагоналей знімка, а лінії, які з'єднують точки, повинні бути максимально довгими на знімку (не коротше 5 см).

Для нанесення магнітного меридіана на аерознімок необхідно одну з ліній, використаних для визначення масштабу, продовжити на знімку і на карті. Потім покласти знімок на карту таким чином, щоб лінії (на знімку і на карті) співпали за напрямком, перенести на знімок одну з вертикальних ліній кілометрової сітки карти або провести лінію, паралельну їй (рис. 10.2). Після цього розраховують величину поправки на пряму, відкладають її від проведеної лінії і прокреслюють напрям магнітного меридіана.

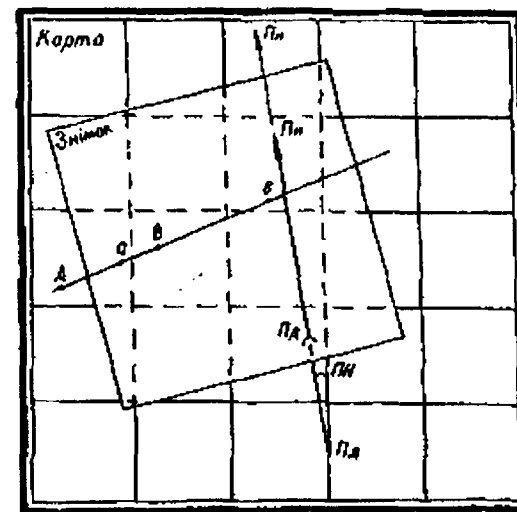


Рис. 10.2. Нанесення магнітного меридіана на аерознімок.

Перенесення об'єктів з аерознімка на карту

Об'єкти з планового аерознімка на карту переносять окомірно (коли не потрібно великої точності, а карта і знімок мають багато спільних контурних точок), за допомогою пропорційного циркуля або пропорційного масштабу, засічкою або за сіткою.

Пропорційний циркуль (рис. 10.3) призначений для зменшення або збільшення вимірених відстаней. Циркуль встановлюють пересуванням повзунка вздовж ніжок у складеному вигляді підбором коефіцієнта зменшення, а при відомому зменшенні – за індексами.

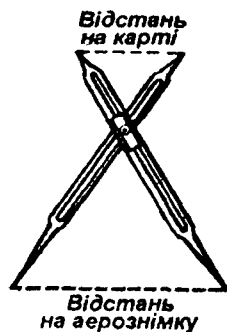


Рис. 10.3. Пропорційний циркуль.

Пропорційний масштаб (рис. 10.4) використовують за відсутності пропорційного циркуля. Для побудови пропорційного масштабу вибирають на аерознімку і на карті дві спільні точки, вимірюють на знімку відстань між ними (AB) і відкладають її на папері. Цей же відрізок відмірюють на карті і відкладають від точки B у напрямку, перпендикулярному до лінії AB ; отриману точку B' з'єднують прямою з точкою A і проводять лінії, паралельні BB' .

На аерознімку відмірюють відрізок AC і відкладають його від точки A по лінії AB . В отриманій точці C повертають циркуль-вимірник паралельно лінії AB ; відрізок CC' буде відповідати відстані на карті.

Засічка (рис. 10.5) – один з найбільш точних способів. Біля визначаемого об'єкта вибирають два об'єкти, які чітко розпізнаються і на знімку, і на карті. На знімку вимірюють відрізки ac і bc і переводять їх у масштаб карти за пропорційним масштабом. На карті проводять

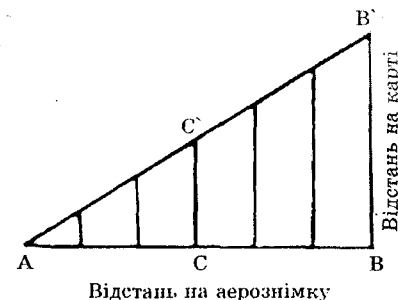


Рис. 10.4. Пропорційний масштаб.

дуги радіусом AC і BC і одержують положення об'єкта. Для контролю засічку виконують і з третьої точки. Кути між напрямками на об'єкт, який переноситься, повинні бути в межах $30^\circ \dots 150^\circ$, а відстані ac і bc – якомога коротші.

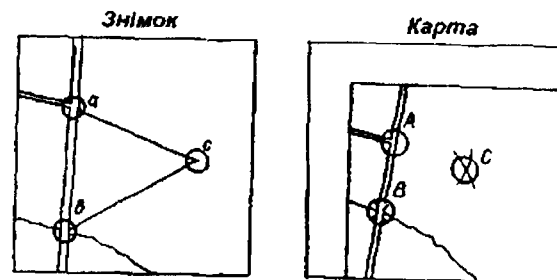


Рис. 10.5. Перенесення об'єктів з аерознімка на карту засічкою.

Визначення прямокутних координат об'єктів за аерознімком

Координати об'єктів, виявлених на аерознімках, визначають за картою після їх перенесення одним із способів, які розглянуті вище. При великій кількості об'єктів на знімку будують координатну сітку і за нею визначають прямокутні координати. Координатну сітку на аерознімку будують у такому порядку (рис. 10.6).

На знімку і на карті вибирають чотири однойменні чітко виражені точки, a, b, c, d і A, B, C, D , які утворюють чотирикутник, і з'єднують їх прямими лініями. Точки перетину ліній кілометрової сітки карти зі сторонами чотирикутника (точки 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8) переносять на знімок. Для перенесення цих точок послідовно вимірюють на карті

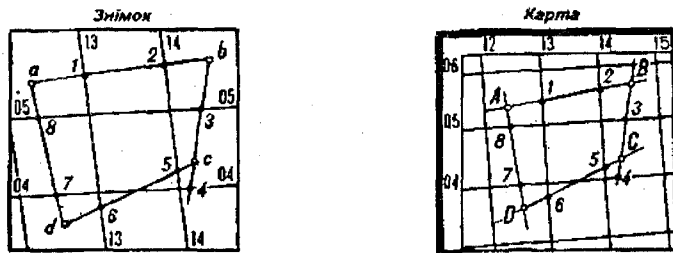


Рис. 10.6. Нанесення кілометрової сітки з карти на аерознімок.

відрізки $A1$ і $A8$, $B2$ і $B3$, $C4$ і $C5$, $D6$ і $D7$, переводять їх у масштаб аерознімка і відкладають на знімку від відповідних точок у той же бік, що і на карті. Перенесені точки з'єднують попарно (1 і 6, 2 і 5, 3 і 8, 4 і 7) і отримують положення ліній кілометрової сітки на аерознімку, які підписують так само, як і на карті.

Масштаб знімка, на відміну від карти, нестандартний, і визначити координати так само, як і за картою, неможливо. Тому координати за аерознімком визначають за допомогою лінійки з міліметровими поділками, 10 см якої відповідає 1 км на місцевості.

Для визначення координати X точки A (рис. 10.7 а) накладають лінійку на знімок так, щоб нульовий штрих її торкався горизонтальної лінії сітки, що лежить нижче точки A ; штрих з позначкою 10 см – торкався верхньої лінії; край лінійки одночасно повинен проходити через дану точку. Відрахунок по лінійці проти точки A в міліметрах, помножений на 10, дасть довжину відрізка за віссю X у метрах.

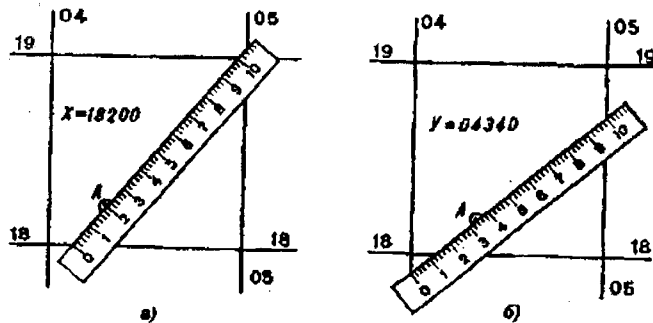


Рис. 10.7. Визначення координат точки на аерознімку за допомогою лінійки.

Координату Y визначають аналогічно (рис. 10.7 б), але лінійку прикладають так, щоб нульовий штрих знаходився на вертикальній лінії, розташованій ліворуч точки A ; штрих, який відповідає 10 см, торкався вертикальної лінії, яка знаходиться праворуч точки, а край лінійки проходив через точку A . Координати точки A :

$$X = 18\ 200; Y = 04\ 340.$$

Якщо відстань між координатними лініями більше 10 см (масштаб знімка більше 1:10 000), координати визначають 20-сантиметровою лінійкою, як описано вище, але результат, отриманий на лінійці, ділять навпіл.

10.2.2. Дешифрування аерофотознімків

Дешифрувати аерофотознімки – це означає розпізнати і визначити характеристики різноманітних об'єктів місцевості за їх фотографічними зображеннями.

Топографічне дешифрування аерознімків виконується з метою розпізнання і отримання характеристик тих об'єктів місцевості, які необхідно показати на топографічній карті або фотодокументі.

Об'єкти, що дешифрують, залежно від їх розмірів і конфігурації, розподіляють на площинні (ліси, болота), лінійні (дороги, ріки) і точкові (окремі об'єкти).

За способом виконання дешифрування може бути польовим (аерознімки звіряються на місцевості) і камеральним (без виходу на місцевість).

Повнота і вірогідність дешифрування залежать від знання дешифрувальних ознак, наявності часу, масштабу та якості аерознімків.

Дешифрувальними ознаками об'єктів місцевості називаються характерні особливості цих об'єктів, за зображенням яких вони розпізнаються на аерознімках. Вони поділяються на прямі (форма і розмір об'єктів, наявність деталей та тіней від об'єктів) і непрямі (місцезнаходження об'єктів на місцевості або елементів об'єкта відносно один до одного, а також ознаки діяльності об'єкта).

Форма об'єктів – основна і найбільш важлива ознака більшості об'єктів. На планових аерознімках зображення об'єктів відповідає їх виду зверху. За формою зображення розпізнається більшість площинних

і лінійних об'єктів, а на великомасштабних знімках – і більшість точкових об'єктів.

Розмір є основною ознакою різниці між об'єктами, якщо їх форма приблизно однакова.

Наявність деталей у об'єктів дозволяє відрізнити даний об'єкт від подібних йому. Наявність деталей допомагає дешифрувати і топографічні об'єкти. Так, наявність на дорогах мостів, насипів, виїмок дає змогу класифікувати дорожню мережу.

За формою і довжиною тіні від об'єкта можна зробити висновок про зовнішній вигляд і висоту об'єкта. Часто об'єкт і розпізнається тільки за його тінню, наприклад, лінії зв'язку і електропередач, спостережні вишки, дротяні загорожі. Розмір тіні залежить не тільки від розмірів об'єкта, але й від часу фотографування. Наприклад, опівдні тіні коротші і розпізнати деякі об'єкти дуже важко.

Тон зображення залежить від освітленості об'єкта і відбивної властивості його поверхні, від світлочутливості фотоматеріалів, а також від пори року і часу доби під час фотографування. Наприклад, на літньому аерознімку дороги зображуються світлими стрічками, а взимку – темними.

Влітку взагалі місцевість має більшу кольорову гамму, тому і деталей місцевості можна розкрити більше, ніж взимку.

Відомий зв'язок мають між собою майже усі топографічні елементи місцевості. Так, шпильковий ліс росте найчастіше на піщаних ґрунтах, а листяний – на м'яких, жирних ґрунтах.

Броди на річках і поромні переправи мають підходи або під'їзди до них – дороги або стежки.

Населені пункти легко розпізнаються за характерною структурою зображення вулиць та площ. Характер планування та забудови населених пунктів, наявність у них парків, стадіонів, промислових підприємств та інших об'єктів легко розпізнаються за аерознімками, що дозволяє відрізнити місто від селища сільського типу, в якому добре читаються присадибні ділянки.

Залізничі характеризуються прямолінійністю та заокругленнями великого радіуса, пересічення їх з автомобільними дорогами під прямим кутом. Тон зображення залізниць – сірий або темно-сірий. Тунелі розпізнаються за розривом полотна залізниці та за тінню біля входу до них.

Шосейні дороги добре помітні за чітким зображенням дорожнього полотна (у вигляді вузької стрічки однакової ширини світлого тону) з прямолінійними ділянками і геометричне правильними поворотами. Для них характерні типові розгалуження і пересічення з іншими дорогами.

Ґрунтові дороги розпізнаються за звивистим накресленням найдженого сліду у вигляді світло-сірих ліній нерівномірної ширини з багатьма розгалуженнями і пересіченнями.

Ріки та струмки зображуються покрученими смужками одноманітного темного тону різної ширини. Водоймища з брудною водою мають світліший тон, між водоймища з чистою водою. Броди розпізнаються за дорогами, що підходять до річки, і зображуються, як і вимілини, світлішим тоном, ніж інші частини річки.

Штучні водоймища (водосховища, ставки) характеризуються наявністю греблі (дамби), яка зображується у вигляді вузької рівної смужки.

Для каналів та каналізованих річок характерна однакова ширина русла, прямолінійність, плавність згинів, тіні від стінок каналу, наявність шлюзів та інших гідротехнічних споруд.

Ліси та чагарники розпізнаються за характерною зернистістю зображення, яка створена освітленими кронами та проміжками між ними. Зернистість чагарників більш дрібна. Висоту дерев у лісі можна визначити за тінню від дерев на окраїнах, порівнюючи її з довжиною тіні від предмета, висота якого відома.

Ріллю можна легко розпізнати за прямолінійністю контурів ділянок, іноді видно борозни у напрямку обробки, тон зображення може бути різноманітним.

Болота зображуються темно-сірим фоном, часто з дрібнозернистими плямами чагарнику, іноді волокнистої структури, більш темний тон - у найбільш зволжених місцях.

Рельєф з різкими формами (яри, вимоїни, обриви) добре помітний за конфігурацією тіні. Місце переходу темного тону у світлий, або навпаки, відповідає на місцевості лініям вододілів та водозливів. Положисті форми рельєфу розпізнаються, як правило, тільки під стереоскопом.

10.3. Роль дистанційного зондування Землі в географічних дослідженнях

Географи прагнуть пояснити просторовий розподіл об'єктів і процесів у навколишньому нас світі. Дані дистанційного зондування звичайно можна використовувати для чотирьох видів аналізу: *морфометричного*; *причинно-наслідкового*; *тимчасового*; *функціонального* й *екологічного системного аналізу*.

Області застосування дистанційного зондування містять у собі картографування, моніторинг і моделювання.

Морфометричний аналіз

Географічні дослідження, як правило, вимагають проведення вимірів для визначення морфології явищ, тобто їхньої форми і структури. Параметри явищ, що підлягають вимірам, можна в загальному виді класифікувати наступним чином: *фізичні*; *просторові (географічні)*; *тимчасові*.

Одержання кількісної інформації, що характеризує зазначені параметри, є важливим моментом у дослідженнях і доповнює описові оцінки явищ.

Дистанційне зондування може відігравати важливу роль в одержанні інформації про біофізичні властивості явищ. Наприклад, відбивні і випромінювальні властивості об'єкта, зареєстровані в різних діапазонах довжин хвиль електромагнітного спектра, дозволяють одержати кількісні дані про такі властивості, як геометрія (розмір, форма, взаємне розташування і т.д.), колір і загальний вид об'єкта, температура, діелектричні властивості, вологість, склад (органічний або неорганічний). У результаті польових досліджень, як правило дорогих і проведених на обмежених територіях, виходять лише точкові дані, що вимагають наступної інтерполяції для оцінки характеристик на великих площах. Дистанційне зондування дозволяє одержувати як точкову (по мінімальному елементу розкладання зображення), так і площадну інформацію про фізичні властивості поверхні, що підстилає.

Для географічних досліджень необхідні найрізноманітніші дані – від простих контактних спостережень, коли просторові властивості не приймаються до уваги, до результатів комплексного аналізу, де головну роль відіграють просторові взаємозв'язки явищ з навколишнім

середовищем. Дані дистанційного зондування, отримані в аналоговому або цифровому вигляді, при необхідності, можна перетворити в зображення, придатне як для візуальної, так і для фотограмметричної обробки. Подібні двовимірні, а при відповідному паралаксі і тривимірні (стереоскопічні) дані дозволяють дослідникам одержати синоптичне зображення ділянок земної поверхні і цілих регіонів, що практично неможливо при використанні даних, зібраних контактним методом.

Відмінна риса застосування дистанційного зондування для морфометричного аналізу полягає в тому, що отримані у визначеному масштабі дані самі по собі можна використовувати для категоризації. Крім того, дистанційне зондування дозволяє поділяти відповідну територію на окремі ділянки для наступного аналізу. Використання різномасштабних зображень дозволяє розмежовувати регіони на ділянки і застосовувати методику вибірки даних, що сприяє:

- ⇒ скороченню обсягів вартості і тривалості робіт,
- ⇒ удосконаленню методів вибірки даних шляхом ідентифікації подібних ділянок (стратифікація),
- ⇒ зменшенню кількості обстежуваних точок, необхідних для досягнення необхідної точності, спрощенню інтерпретації даних.

Не менш важливою задачею, чим класифікація явищ і виділення однорідних регіонів, є їхнє картографування. Географічна карта служить основним засобом для відображення просторової інформації. Розробка методів інтерпретації даних дистанційного зондування дозволила підвищити точність крупно – і дрібномасштабних карт-основ. Як видно з стислого історичного огляду, приведеного вище, аерофотознімки лежать в основі виробництва карт протягом більше як ста років. В даний час багато карт-основ практично цілком створюються з залученням методів фотограмметричної обробки і дешифрування. Широкоформатна камера, встановлена на орбітальній станції, може бути прикладом використання новітніх досягнень космічної зйомки для поліпшення карт-основ при картографуванні великих частин земної кулі.

Поряд з розробкою способів виробництва точних карт-основ, дистанційне зондування істотно впливає на методи тематичного картографування. Тематичні дані (наприклад, дані про землекористування), отримані за допомогою обробки зображень і накладені на точну карту-основу, дозволяють підвищити як просторову, так і тематичну точність карт. Цей вид картографування буде більш докладно розглянутий нижче.

Причинно-наслідковий аналіз

Людині властиво вивчати процеси, що відбуваються в навколишньому світі, з метою одержання розумного пояснення зухвалих їхніх причин. Синоптичний підхід відіграє важливу роль у регіональних дослідженнях причинно-наслідкових взаємозв'язків. Встановлення таких взаємозв'язків важливо для вчених різних галузей знань. Датчики, чуттєві до довжин хвиль у видимому діапазоні електромагнітного спектра і за його межами, розширюють можливості науки у визначенні причинних зв'язків, дозволяють визначити і сформулювати такі зв'язки. Здатність вивчати процеси, недоступні зоровому сприйняттю, сприяє кращому розумінню природних явищ і процесів.

За допомогою методів дистанційного зондування географи розширюють коло досліджуваних явищ, що знаходилися до останнього часу за межами можливостей безпосередніх вимірів і спостережень. При цьому реєстрація енергії здійснюється на визначеній довжині хвилі, що лежить поза видимим спектром. В інших випадках дані про об'єкти одержують протягом досить тривалого часу (наприклад, із супутника, що знаходиться на геостационарній орбіті) з метою контролю їхньої динаміки. Наприклад, сканери ІЧ-діапазону можуть дати точну картину розподілу температури води в річці і простежити рух потоків, що розрізняються по характеристиках, що неможливо зробити оком. Фотознімки, зроблені в ближній ІЧ-зоні спектра, можна використовувати для виявлення біофізичної пригніченості рослинності (тобто наслідку) за якийсь час до того, як причина (наприклад, втрата вологості через наявність патогенів) проявиться у видимій зоні спектра. Метеорологічні супутники на геостационарних орбітах, поряд з іншими супутниками, поставляють синоптичну тимчасову інформацію для вивчення причинно-наслідкових зв'язків. Збір такої інформації неефективний без застосування методів дистанційного зондування (наприклад, аналіз динаміки Гольфстріму і пов'язаних з нею теплових кільцевих структур).

Досить важлива перевага дистанційного зондування – можливість одержання інформації про геометричну форму об'єктів. Форма деяких об'єктів міняється з часом. Наприклад, міняються площі міст, що розростаються, і площі зараження комахами, зони, охоплені повенями; топографічні характеристики місцевості, пов'язані з геологічними зрушеннями, ерозією і т.д. Спостереження за такими об'єктами подає

велику інформацію, використовувану для вивчення причинно-наслідкових зв'язків. Без залучення цих даних розвиток досліджень по вивченню просторового розподілу явищ у світовому масштабі було б сильно утруднене.

Вивчення тимчасових взаємозв'язків

Незважаючи на те, що для більшості географічних досліджень першорядне значення мають просторові зміни, необхідно також врахування і тимчасового фактора, що підтверджується наступним:

⇒ вивчення явищ, що спостерігаються, як правило, пов'язано з аналізом процесів, які розвиваються в часі, і їх послідовностей;

⇒ швидкість зміни явища являє собою важливу просторову характеристику.

У географічних дослідженнях під «змінною» мається на увазі протікання процесу або послідовності процесів. Одержання точної і достовірної інформації про зміни, що відбуваються з об'єктом, складає невід'ємну частину географічних досліджень. Застосування дистанційних методів для географічних цілей дозволяє спостерігати об'єкти і явища з високим ступенем вірогідності в їхньому просторовому оточенні з урахуванням часу. Не погоджені дані виключають можливість проведення тимчасового аналізу.

Вибір між одержанням одиничного обсягу даних і ряду таких обсягів у різні моменти часу визначається метою дослідження. При вивченні щодо статичних у часі об'єктів (наприклад, ґрунтів, схилів, гірських порід) для проведення досліджень цілком достатні точкові або площадні спостереження. Для динамічних об'єктів (наприклад, річкових стоків, повеней, сільськогосподарських культур, вологості) дані, одержувані системами дистанційного зондування з поліпшеним тимчасовим дозволом, тепер дозволяють моделювати процеси з вірогідною точністю. Складаючи на основі даних дистанційного зондування матриці взаємодії статичних і динамічних процесів, можна одержати детальну інформацію про функціонування статичних і динамічних елементів у кожному конкретному ландшафті. При проведенні досліджень традиційними методами, одержання високого тимчасового дозволу вимагає дорогих робіт по збору даних за допомогою великої кількості стаціонарних установок або в ході польових спостережень. Супутники і літакові носії

дозволяють географам одержувати тимчасові послідовності даних, придатні для багатьох цілей.

Функціональний і екологічний системний аналіз

Отримані дані повинні бути перетворені в зручну для використання і прийняття рішень форму. Для проведення досліджень часто бувають необхідні точні просторові характеристики як мікро-, так і макромасштабних явищ. Однак у більшості випадків не існує методів, що дозволяють ефективно одержувати ці дані з необхідною точністю. Дистанційне зондування, з використанням моделювання, відкриває перед дослідниками широкі можливості по застосуванню аерокосмічної інформації для системного аналізу різномасштабних просторових явищ.

Спільне використання даних дистанційного зондування і моделей має ряд переваг.

По-перше, даним дистанційного зондування властивий просторовий розподіл (тобто просторова роз'єднаність), що ускладнює і здорожує задачу їхнього поєднання з багатьма відпрацьованими моделями процесів, що відбуваються в навколишній середовищі, оскільки дані для цих моделей у межах заданого регіону згруповані або прив'язані до якого-небудь одного пункту.

Як правило, подібні моделі не завжди добре працюють з даними дистанційного зондування. Більш успішне поєднання досягається при використанні просторових моделей.

По-друге, просторові або площинні моделі (як у силу їх більшої просторової визначеності, так і в зв'язку з тим, що найчастіше вони мають детермінований, а не вузловий або індексний характер) дозволяють одержувати більш детальні прогнози при екстремальних умовах. Нарешті, об'єднання методів дистанційного зондування і моделювання в рамках географічних інформаційних систем і баз даних, у яких вхідні масиви даних сформовані з використанням географічних координат, корисно ще і тому, що для одержання найкращих результатів один підхід повинний спиратися на інший.

Таким чином, дистанційне зондування може відігравати об'єднуючу роль у функціональному й екологічному системному аналізі, забезпечуючи спільне застосування біофізичних, геохімічних, соціальних і економічних даних для підвищення ефективності моделювання.

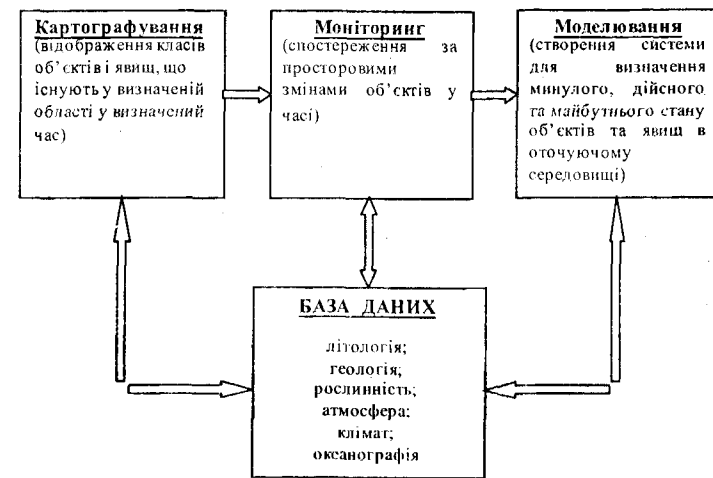


Рис. 10.8. Структура географічної інформаційної системи

Описані вище методи аналізу лежать в основі географічних досліджень, що мають своєю метою картографування, моніторинг і моделювання. Приклад структури географічної інформаційної системи приведений на рис. 10.8.

Картографування

Більшість учених, що займаються географічними дослідженнями, хотіли б мати у своєму розпорядженні карти, орієнтовані на конкретні задачі. В даний час карти-основи, як правило, складаються з використанням фотограмметричних методів.

Основні зусилля в області застосування даних дистанційного зондування спрямовані на тематичне картографування (наприклад, картографування типів покриття земної поверхні, гідрологічних об'єктів, ґрунтів і ін.).

Тематичне картографування є важливим компонентом будь-яких досліджень природних ресурсів. Сучасними завданнями картографії і геодезії є:

- *огляд поверхні материків* (основа для геодезії, складання кадастрів і інженерних вишукувань);
- *картографування поверхні материків* (планіметричне, топографічне, тематичне);

➤ *морське картографування* (навігаційні і батиметричні карти, карти небезпечних ділянок).

Приведений вище перелік актуальний практично для всіх країн світу. В даний момент зазначені задачі вирішуються в рамках національних картографічних програм.

Останнім часом ряд дослідників займається питаннями картографічної точності тематичної інформації, що отримується з використанням засобів дистанційного зондування. Можливість складання тематичних карт за матеріалами дистанційного зондування безпосередньо пов'язана з можливістю витягати з них тематичні дані, необхідні користувачеві, застосовуючи методи машинної обробки. Необхідно відзначити, що більшість карт, призначених для географічних досліджень, складені на основі методів візуальної обробки знімків. Учені різних галузей знань працюють над питанням удосконалення точності автоматизованої обробки зображень. Однак задача машинної обробки досить складна, і потрібно відзначити, що в багатьох випадках можливості дистанційного зондування в плані оперативної видачі точних тематичних даних були трохи перебільшені. Виникають також труднощі з одержанням коштів на дослідження щодо удосконалення методів.

Хоча вже мається можливість проведення точної класифікації визначених типів даних (наприклад, виду сільськогосподарської культури як класу покриву земної поверхні) з використанням машинних методів, що існують, системи обробки не дозволяють витягати тематичну інформацію за загальними категоріями. Перевірка можливості класифікації даних дистанційного зондування, як по точності визначення площ, так і по вірогідності класифікації є центральним питанням географічних досліджень. Оскільки процес моніторингу пов'язаний з виявленням змін, а моделювання може містити в собі аналіз процесів, що збільшують розкид даних, необхідно знати точність матеріалів, які є основою для усіх видів аналізу. Занадто часто при використанні даних дистанційного зондування і навіть проведенні фундаментальних досліджень цим факторам не приділяється належної уваги.

Моніторинг

Можливість виявляти зміни, що відбуваються в покритвах земної поверхні і їхніх біофізичних характеристик, дозволяє використовувати

дані дистанційного зондування для цілей керування і планування. Спостереження за сільськогосподарськими посівами в період вегетації дозволяють прогнозувати врожай у конкретних регіонах.

Швидкості зміни параметрів у навколишньому середовищі сильно варіюють у залежності від категорії об'єктів. Наприклад, зсув меж пригородів в область сільськогосподарських угідь відбувається значно швидше, ніж відновлення лісостою на вирубках. Подібні розходження у швидкостях повинні бути ретельно оцінені з функціональної і просторової точок зору для виділення територіальних одиниць, придатних для одержання систематичної інформації про зміни. Напрямок деяких процесів і перетворень, що відбуваються в земному покриві, надзвичайно важко поміняти на зворотні, тоді як інші процеси цілком необоротні. Наприклад, перехід міських територій на сільськогосподарське виробництво являє собою важко здійснений процес, у той час як сільськогосподарські угіддя можуть бути легко перетворені в пасовища, і навпаки. Це вимагає необхідності ретельного документування й оцінки змін, що відбуваються, з метою виявлення незворотних процесів на самих ранніх етапах.

В останні роки зріс інтерес до дистанційного зондування як до засобу моніторингу навколишнього середовища. Прийнята в рамках НАСА програма по вивченню світового біологічного середовища мешкання (*Global Biology and Global Habitability – QBGH*) і запропонована Національною академією наук Міжнародна геосферно-біосферна програма (*International Geosphere Biosphere Program*) у значній мірі засновані на можливості застосування дистанційного зондування для глобального моніторингу окремих елементів навколишнього середовища. Ці програми передбачають збір інформації, що має важливе географічне значення. Передбачається проведення моніторингу і моделювання процесів у безпрецедентному масштабі – від дослідження процесів настання пустель і зникнення лісів до розрахунків глобальної циркуляції і процесів, що визначають клімат. Має сенс те, що названі програми націлені на довгострокові дослідження.

В даний час ряд дослідників займається проблемою виділення і точної локалізації змін, що відбуваються в навколишньому середовищі, на основі застосування візуального і машинного аналізу.

Дослідження з використанням даних супутників для виявлення і

картографування змін, що відбуваються в земній поверхні, дають на сьогодні визначені позитивні результати, але необхідність проведення нових досліджень щодо удосконалювання методики залишається. Розроблені на дійсний момент методи передбачають точне зіставлення зображення, отриманого в ході одного сеансу зйомок із зображенням або картою, отриманими іншим часом, з метою систематичного виявлення (і, як правило, класифікації) районів змін. Питання першорядної важливості полягає в точному накладенні даних супутника, отриманих у ході двох сеансів зйомок. Цей процес вимагає перетворення, принаймні, одного з зображень. Використовуються кілька методів перетворення: метод найближчого сусіда, білінійної інтерполяції і кубічної згортки. Доведено, що існуючі алгоритми дозволяють сполучати зображення з точністю не гірше 0,2 лінійного розміру елемента зображення. Якщо дані сполучені точно, можливі кілька загальних методів обробки і порівняння зображень: сегментація зображення, кодування по методу головних компонентів і тематична класифікація.

На даний момент, вивчення динамічних процесів з використанням електронно-обчислювальної техніки показало можливість виділення й ідентифікації ділянок з визначеними типами змін.

Моделювання

Дистанційне зондування дозволяє створювати моделі, що використовують у якості вхідних даних інформацію, отриману з висотних носіїв. Моделі, що використовують машинну обробку даних дистанційного зондування для спеціальних географічних додатків, знаходяться в основному на стадії розробки. Якщо ми хочемо перейти від вивчення системних структур до області системних процесів і їхньої динаміки, подібні дослідження повинні бути інтенсифіковані. Прогнозування тенденцій протікання процесів у навколишньому середовищі і можливість оцінювати передбачуваний вплив управлінських рішень за допомогою моделювання є важливим кроком на шляху до розуміння стану і динаміки різних географічних явищ.

Технічні засоби дистанційного зондування застосовуються при одержанні масивів даних, призначених для побудови моделей придатності і продуктивності земель. Продуктивність визначається біофізичними і геохімічними характеристиками ґрунту, необхідними для підтримки

визначеного рівня родючості. При оцінці придатності земель враховуються також соціально-економічні і політичні умови.

Обробка даних дистанційного зондування для багатьох задач обмежується візуальною інтерпретацією аерознімків. Аерофотознімання віддавна використовується для різних досліджень, що включають у себе визначення продуктивності земель. Споживачами подібної інформації є фахівці лісової служби, геологи, агрономи, ґрунтознавці, планувальники. Обчислювальні системи використовуються при дослідженнях із визначення врожаю, з'ясуванню взаємозв'язку між біомасою і сніготаненням, вивченню евапотранспірації і стоку вод. Найчастіше, однак, інформація про зміни, що відбуваються в земному покриві, що служить для формування масивів вхідних даних моделей, витягається зі знімків методами візуальної обробки. Подібна ситуація має місце і при моделюванні придатності земель. Дуже часто затримки при одержанні й обробці авіа даних і їхньої наступної інтерпретації перешкоджають своєчасному й ефективному застосуванню моделей придатності земель і їхньої продуктивності. Вартість робіт з корекції даних про землекористування звичайно складає 50...75% вартості первісних досліджень, що значно обмежує їх обсяг.

Усі ресурси Землі мають свої просторові і тимчасові компоненти. Необхідно вміти передбачати сукупні зміни з одержанням кількісної оцінки (наприклад, площі земель, що переходять з однієї категорії землекористування в іншу), а також найбільш ймовірне місце розташування змін.

Зв'язок геодезичних мереж різних континентів за допомогою штучних супутників Землі

Є кілька методів зв'язку пунктів геодезичних мереж різних материків за допомогою штучних супутників Землі (ШСЗ).

Перший метод – синхронний, заснований на одночасних спостереженнях за ШСЗ із пунктів геодезичних мереж, розташованих на різних материках (рис. 10.9).

Нехай на території двох материків обрані пункти A, A', B, B' . Вимірюючи на цих пунктах синхронно напрям на ШСЗ, шляхом обчислень можна встановити зв'язок між геодезичними мережами, побудованими на обох материках. Координати супутника, визначені із синхронних



Рис. 10.9. Синхронний метод спостереження.

спостережень із різних материків, будуть відрізнятися один від другого. Ці відмінності свідчать про розходження в системах координат (якщо не приймати до уваги похибки спостережень). Багаторазові спостереження за ШСЗ дозволяють звести похибку до мінімуму.

Застосування синхронного методу можливо при порівняно невеликих відстанях між материками (необхідна одночасна видимість ШСЗ із них). Чим більше висота орбіти штучного супутника Землі, тим значніше може бути відстань між материками.

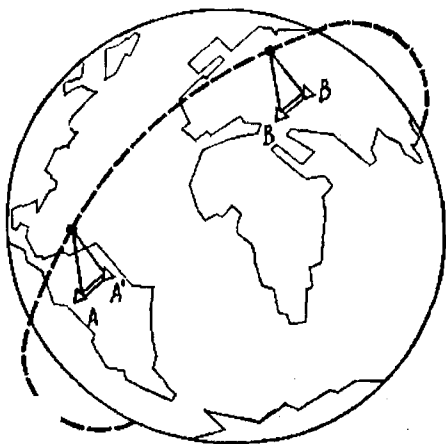


Рис. 10.10. Орбітальний метод спостереження.

Другий метод – орбітальний, відрізняється від синхронного тем, що спостереження за ШСЗ можуть здійснюватися в різний час (рис. 10.10).

Для цього вибирають на різних материках точки A , A' , B , B' з відомими координатами і ведуть спостереження за ШСЗ із метою визначення параметрів його орбіти і передчасного обчислення його положення на різних ділянках. За результатами спостережень можна визначити координати ШСЗ на орбіті в будь-який момент. Знаючи координати ШСЗ у момент спостереження супутника з пунктів земної поверхні, координати яких невідомі, можна обчислити їхнє значення.

Однак орбітальний метод не завжди дозволяє врахувати можливі відхилення реальної орбіти ШСЗ від попередньо розрахованої.

10.4. Перспективи розвитку ДЗЗ

Більша кількість напрямків початих досліджень ще не завершена. Сьогодні основна увага приділяється розвитку методів і технічних засобів, не обмежуючись питаннями застосування дистанційного зондування і наукових досліджень глобальних масштабів.

Якщо ми дотепер не в змозі однозначно продемонструвати точність картографування з застосуванням машинної обробки, то чи можемо ми розраховувати на великомасштабне використання даних дистанційного зондування?

У цей період зусилля науковців спрямовані на подальший розвиток технічних засобів і методів для одержання тематичних матеріалів з відомою точністю, що зажадає застосування нових систем обробки і методів аналізу.

Отже, географічні дослідження різноманітні по тематичній охопленню і мають глобальне поширення. Проведення цих досліджень вимагає різноманітних даних, що розрізняються по тимчасовому масштабі від декількох годин до декількох років. У роботах беруть участь фахівці багатьох галузей знань, і число дослідників постійно росте. У задачу споживачів інформації входить пошук шляхів використання даних дистанційного зондування для рішення поставлених перед ними конкретних задач (рис. 10.11).

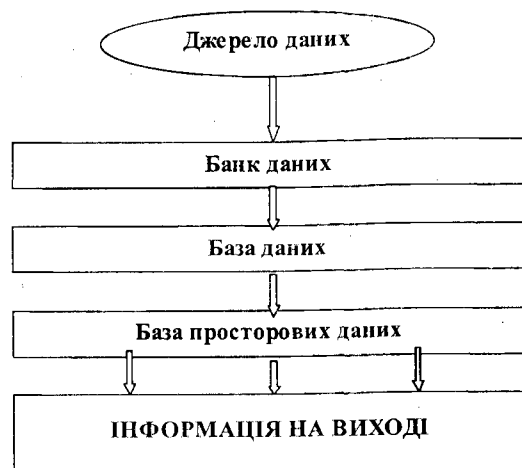


Рис. 10.11. Шлях проходження інформації дистанційного зондування.

Застосування даних дистанційного зондування в географічних дослідженнях буде обмеженим доти, поки більшість дослідників не відчують переваг, що дають довгострокові програми збору даних, по типу і якості конкретних додатків, що відповідають вимогам. Однак для цього потрібно не тільки розробити способи одержання і використання даних, але і продовжувати активні пошуки нових технічних засобів і методів.

І, нарешті, необхідно домогтися взаєморозуміння серед фахівців з дистанційного зондування, щоб спільними зусиллями впливати на розробку напрямків досліджень. Варто постійно клопотатися перед урядом, міністерствами і відомствами про одержання позичок на фундаментальні і прикладні дослідження в галузі ефективного використання техніки дистанційного зондування. Але і цього недостатньо. Крім того, потрібно доводити до відома тих, хто приймає рішення у державі, інформацію про ті перспективи для науки, техніки і комерції, що відкриває дистанційне зондування. Це складна задача, оскільки на питання про короткострокову віддачу і довгострокових цілях досліджень, про вибір між прикладними і науковими задачами можна дати зовсім різні відповіді.

Дистанційне зондування відкриває найширші можливості для поліпшення нашого розуміння світу. Для реалізації цього потенціалу

потрібно об'єднати дослідників, здійснювати суворо науковий підхід до рішення задач, демонструвати особам, уповноваженим приймати рішення, можливості дистанційного зондування і переконувати їх у необхідності розгорнути як фундаментальні, так і прикладні дослідження. Якщо вдасться вирішити намічені вище задачі, то масштаби застосування розглянутого методу значно зростуть, що, безсумнівно, послужить для блага всього людства.

10.5. Системи супутникової навігації

У зв'язку з розвитком наукової думки, досягнень у освоєнні космосу, спеціалісти прийшли до висновку, що подальший розвиток класичних способів навігації обмежений і вдосконалення гіроскопічних систем навігації не зможе забезпечити найсучасніші зразки транспортних засобів швидкими і більш надійними способами навігації. Інтенсивний розвиток космонавтики показав, що використання супутників у навігації і є найперспективнішим шляхом до створення навігації майбутнього.

У провідних країнах світу ще в 70-х роках XX століття почали розробку глобальних космічних навігаційних систем. Прогрес у цій галузі визначається передусім створенням систем TRANSIT, NAVSTAR GPS (*Navigation Satellite Timing And Ranging Global Positioning System*) – в США, а також ГЛОНАСС – в СРСР.

Майже десятилітня успішна експлуатація в США першої супутникової навігаційно-геодезичної системи TRANSIT, яка забезпечила надійну навігацію ракетних підводних човнів, стала стимулом до створення ще більш вдосконаленої космічної навігаційної системи. Завдяки зусиллям Міністерства оборони США у 1983 р. була затверджена програма розробки нової навігаційної супутникової системи GPS (*Global Positioning System* – Глобальна навігаційна система), яка призначена для використання визначення координат у будь-якій точці Землі протягом доби.

NAVSTAR GPS складається з підсистеми КА (космічних апаратів), які складають космічний сегмент, підсистеми контролю та управління (сегмента контролю) та апаратури сегмента користувачів (апаратури користувачів супутникової навігаційної інформації).

Космічний сегмент складається з 24 супутників, орбіти яких знахо-

дяться на висоті 20 000 кілометрів від земної поверхні і при цьому не геостационарні, тобто супутники не знаходяться постійно над визначеною точкою земної кулі як супутники – ретранслятори телевізійних програм. Крім того, орбіти супутників розраховані так, що над будь-якою точкою Землі протягом доби їх знаходиться не менше 4-х.

Підсистема контролю та управління забезпечує підсистему космічних апаратів інформацією, яка необхідна для створення єдиного глобального навігаційно-часового поля. Кожний супутник випромінює радіохвилі на робочих частотах L_1 і L_2 , що модульовані навігаційним сполученням і кодовими послідовностями.

Сигнал на частоті L_1 модульований загальнодоступними для всіх користувачів C/A кодами (*Clear Acquisition* – код вільного доступу) і P-кодами (*Protected* – захищений), а на частоті L_2 – тільки P-кодом. Визначення координат об'єктів при використанні C/A-кодів відбувається зі зниженою точністю, порівняно з P-кодами, які дозволяють визначати положення об'єктів з високою точністю, проте цей код захищений від несанкціонованого доступу.

Координати місцезнаходження визначають шляхом вимірювання відстані до 4-х супутників, які для даної точки забезпечують найбільші взаємні кути візування, і, відповідно, найменші помилки у вимірюванні відстаней.

Відстані до супутників визначаються за часом, який проходить радіосигнал від супутника до приймача на Землі. Для цього в системі передбачені спеціальні подвійні кодові послідовності радіосигналів, які називають «псевдо випадковими» кодами, тобто це засоби системи GPS встановлення моменту абсолютного співпадання сигналів супутника і користувача в момент визначення відстаней до супутника. Ці коди дають можливість регулювати доступ до супутникової системи.

Для забезпечення ідеальної синхронізації супутників і приймачів за часом, на супутниках встановлені високоточні еталонні генератори частоти. Проте на приймачах можуть бути встановлені і менш вдосконалені хронометри завдяки тому, що їх помилка виправляється одночасним вимірюванням відстаней до 4-х супутників.

Переваги цієї системи над іншими полягають у всепогодності та універсальності, простоті в експлуатації, надзвичайно високій точності вимірювань (моментальна – до одиниць метрів в абсолютних

координатах і до сантиметрів – в координатах відносного положення об'єктів). Швидкість визначення координат об'єктів – моментальна, або безперервна в реальному масштабі часу – для рухомих об'єктів. Крім цього, GPS може забезпечити даними практично безмежну кількість користувачів. Оскільки система створювалась у першу чергу як військова, вона виключно стійка і надійна, на неї не впливають природні і штучні перешкоди.

До недоліків системи GPS можна віднести достатньо високу вартість апаратури споживачів супутникової навігації, наявність закритого P-коду, відсутність доступу до якого створює деякі труднощі для отримання дуже високої точності визначення координат об'єктів місцевості.

За оцінками спеціалістів, апаратура споживачів супутникової навігації, як в автономному використанні, так і в комплекті з іншими системами навігації (інерціальними, доплерівськими та іншими) займе провідне місце в світі на ринку споживачів навігаційної інформації, оскільки напрямки застосування системи GPS майже безмежні.

СТИСЛИЙ ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК З ТОПОГРАФІЇ ТА КАРТОГРАФІЇ

А

Абсолютна (дійсна) висота – це висота точки, яку визначають від нуля Кронштадтського футштока, тобто від рівня Балтійського моря.

Азимут – це кут (напрямок руху) у градусах між північним кінцем меридіана за ходом годинникової стрілки і заданою лінією. Азимути вимірюються від 0 до 360°. Вони називаються магнітними або дійсними залежно від того, який з меридіанів є початковим напрямом.

Аналіз карти – це процес всебічного розгляду її елементів і властивостей з метою з'ясування ступеня придатності карти до використання з конкретною метою (науково-дослідною, освітньою, практичною та ін.).

Б

Батиметричні карти – карти рельєфу морського дна в ізобатах з пошаровим розфарбуванням.

В

Вертикальне знімання (нівелювання) – здійснюють для визначення висоти місцевості, для висотних характеристик об'єктів ситуації, розташованих на фізичній чи топографічній поверхні, і для зображення рельєфу горизонталями.

Високогірна місцевість – характеризується висотами над рівнем моря понад 2000 м, відносними перевищеннями 1000 м і більше, зі стрімкістю схилів понад 25°.

Вивчити місцевість – означає визначити загальний характер даної місцевості.

Відкрита місцевість – рівна або злегка горбиста безлісна територія, до 75% площі якої добре проглядається в усіх напрямках з точки спостереження.

Відносна висота (перевищення) – це висота точки, визначена відносно іншої точки, тобто точки, на якій встановлено топографічний інструмент.

Г

Географічні координати – кутові величини: широта ϕ і довгота λ величини, що визначають положення точки на земній поверхні і на карті.

Географічний підхід – один з міждисциплінарних загальнонаукових підходів, різновидність просторово-системного підходу. Сутність його полягає в орієнтуванні на розгляд різнорідних об'єктів і явищ як територіально диференційованих, організованих та існуючих у просторі і часі систем.

Географічна широта (ϕ) – це кут між нормаллю (перпендикуляром) до земного еліпсоїда у даній точці та площиною екватора. Широти відлічуються від 0° до 90° від екватора на північ (північна широта) і на південь (південна широта).

Географічна довгота (λ) – це двогранний кут між площиною початкового меридіана й меридіана, що проходить через дану точку.

Географічний глобус – це зменшене зображення поверхні Землі на кулі.

Геодезія – наука, що вивчає форму (фігуру) і розміри Землі, розробляє методи створення координатних систем для детального вивчення земної поверхні та проведення на ній різних вимірів (лінійних, кутових та ін.).

Геодезична мережа – сукупність пунктів (закріплених точок) на поверхні Землі, положення яких обчислене в загальній системі координат.

Геодезичні мережі згущення – мережі, що створюють при недостатній для наступних топогеодезичних робіт щільності пунктів державної геодезичної мережі.

Гора – значне за висотою куполоподібне або конічне підвищення, яке має підшву і вершину. Вершина буває, найчастіше, куполоподібної форми, але іноді являє собою майже горизонтальний майданчик – плато, або закінчується гострим піком. Зниження від вершини до підшви називають схилом. Схил може бути рівним, випуклим, увігнутим і хвилястим. Різкий перехід від стрімкого схилу до пологого називається виступом або терасою, а лінія, яка відокремлює терасу від стрімкого схилу, що лежить нижче, – брівкою. Гору висотою до 200 м називають горбом. Штучний горб – курганом.

Горбкувата місцевість – характеризується хвилястим характером земної поверхні, яка утворює нерівності (горби) з абсолютними висотами до 500 м, відносними перевищеннями 25...200 м і переважною стрімкістю схилів 2...3°.

Д

Державна нівелірна мережа України – головна висотна основа топографічного знімання і геодезичних вимірювань для потреб економіки і оборони країни.

Дирекційний кут (α) – напрям руху, або лінії візування, виражений у градусах, який відлічують від північного кінця осьового меридіана зони чи лінії, паралельної осьовому меридіану, проведеної через точку стояння.

Е

Екологічні карти – це не тільки карти природи взагалі (ландшафтні, геоботанічні, ґрунтові тощо), а і карти організації відносин біоти, населення й середовища їх існування в системі “суспільство-природа”. Вони вміщують антропогенну складову, досліджують не тільки зміни природного середовища, але і наслідки їх для людини. Залежно від суб'єкта оцінки ці карти можуть бути біо-, антропо- і геоecологічними.

Еколого-географічне картографування – надзвичайно активний напрям на межі географії, картографії, біології, економіки, інженерних наук, інформатики і того, що називається екологічним підходом. Воно сприяє різноманіттю тематики екологічних карт, яка охоплює як природні, так і соціально-економічні явища, зв'язків і взаємовідносин суб'єктів і їх середовища, змін середовища та їх наслідків для суб'єкта.

Елементи додаткової характеристики карти – карти-врізки, діаграми, графіки тощо.

З

Закладання – проекція схилу (його довжини) на горизонтальну площину (горизонтальні прокладання на рівневій поверхні).

Закрита місцевість – це територія з гірським, горбистим або рівнинним рельєфом, вкрита лісами, чагарниками, садами з часто розташованими населеними пунктами.

Зближення меридіанів (γ) – кут між дійсним меридіаном точки і вертикальною кілометровою лінією. Залежить від видалення цієї точки від осевого меридіана зони і може мати значення від 0 до $\pm 3^\circ$. На схемі показують середнє для даного листа карти зближення меридіанів. У топографії зближення меридіанів розглядають як кут нахилу осевого меридіана зони (осі X) відносно вертикальної сторони внутрішньої рамки карти, тобто географічного меридіана.

Земний еліпсоїд – еліпсоїд, що характеризує фігуру і розміри Землі.

Зміст карти – сукупність елементів та об'єктів, що показані на карті, а також відомостей про них.

Зона – територія, у межах якої спостерігається однозначність показників за їх інтенсивністю (або інтенсивність змінюється у межах певного інтервалу), або географічне місце точок з однаковою інтенсивністю певної ознаки.

І

Ізобата – лінія, що сполучає точки з однаковою абсолютною глибиною морського дна.

К

Карта – зменшене зображення земної поверхні або окремих її частин, виконане на площині за певним математичним законом, і яке показує розміщення, послідовності та зв'язки природних і суспільних явищ. Якщо ступінь зменшення на карті буде менше одного мільйона, то карта буде називатися *топографічною*.

Картографічна генералізація – відбір головного, істотного та його цілеспрямоване узагальнення з метою зображення на карті тієї чи іншої частини дійсності в її основних, типових рисах і характерних особливостях, відповідно до призначення, тематики і масштабу карти.

Картографія – наука про географічні карти, методи їх створення та використання. Вона відображає і досліджує просторове розміщення, послідовності та взаємозв'язки явищ природи і суспільства.

Координатні зони – частини земної поверхні, обмежені меридіанами з довготою, кратної 6° . Перша зона обмежена меридіанами 0° і 6° , друга – 6° і 12° , третя – 12° і 18° і т.д.

Координатна (кілометрова) сітка – сітка квадратів на топографічних картах, яка утворена горизонтальними і вертикальними лініями, проведеними

паралельно осям прямокутних координат через визначені інтервали.

Кронштадтський футшток – мідна пластина у бронзовій рамі, закріплена до стояка моста через обвідний канал у Кронштадті, з написом «Вихідний пункт нівелювальної мережі». Нуль Кронштадтського футштока (точніше горизонтальна риска на мідній пластинці, що збігається із середнім багаторічним рівнем Балтійського моря у Кронштадті), прийнятий в СРСР, а зараз і в Україні за початок відліку абсолютної висоти місцевості.

Л

Легенда – пояснення знаків, якими зображені на карті географічні об'єкти та їхня характеристика.

Легко пересічена місцевість – місцевість небагата на природні та штучні перешкоди. Рельєф місцевості звичайно рівнинний, рідше горбистий, природні перешкоди займають менше 10% від усієї площі.

Локсодромія – лінія на поверхні земного еліпсоїда (чи кулі), що пересікає усі меридіани під тим самим кутом.

Лощина – витягнуте заглиблення, яке знижується в одному напрямку. Лінія по дну, яка поєднує найнижчі точки лощини, називається водозливом. Не будь-яким водозливом тече вода, але будь-яка річка, струмок тече водозливом. До різних видів лощин належать долини, ущелини, яри та балки.

М

Магнітний азимут (A_m) – горизонтальний кут між напрямом північного кінця магнітного меридіана та лінією на предмет (орієнтир).

Магнітне відхилення (δ) – кут між дійсним і магнітним меридіанами, зазначений на схемі на рік зйомки (відновлення) карти.

Масштаб – відношення довжини ліній на карті (плані) до довжини горизонтальної проекції відповідної лінії на поверхні земного еліпсоїда.

Математичні елементи (математична основа) географічної карти – сукупність опорної геодезичної мережі, проекцій, масштабу, розграфлення, рамки і номенклатури.

Медико-географічна морфометрія – вивчає по картах явища, що стосуються як природного, так і соціального середовища, визначає форму і структуру нозоарсалів (ареалів: хвороб, екологічного лиха), природних осередків захворювань і епідемій, характер їхнього територіального поширення й інтенсивність їхнього прояву.

Місцевість – частина земної поверхні з усіма її елементами: рельєфом, ґрунтами, водами, мережею доріг, населеними пунктами, рослинністю й іншими об'єктами. Характер місцевості визначається формою рельєфу і наявністю розташованих на ній місцевих предметів (об'єктів).

Місцеві предмети – всі об'єкти місцевості, які створені природою чи діяльністю людини (ґрунтово-рослинний покрив, гідрографія, мережа доріг,

населені пункти, окремі об'єкти тощо).

Н

Напівзакрита місцевість – перехідна місцевість від відкритої до закритої. Здебільшого на напівзакритій місцевості площа, яка зайнята природними схованками, складає близько 20%.

Низькогірна місцевість – характеризується висотами над рівнем моря 500...1000 м, відносними перевищеннями 200...500 м і переважною стрімкістю схилів 5...10°. Порівняно з іншими видами гірської місцевості вона слабо розчленована, як правило, добре обжита і має досить розвинену мережу доріг.

Нівелювання – сукупність вимірювальних дій щодо визначення висотних характеристик елементів досліджуваної місцевості.

О

Ортодромія – найкоротша лінія на поверхні земного еліпсоїда (чи кулі).

Орієнтири – місцеві предмети і форми рельєфу, відносно яких визначають своє місцезнаходження і розташування об'єктів, а також вказують напрямки руху.

Об'єкти географічних досліджень – різні територіальні утворення або явища (стан, відношення, процес) на земній поверхні (в ландшафтній оболонці), які відповідають важливим методологічним принципам географії (територіальності або геоторіальності, комплексності, конкретності і глобальності), картографуються, впливають на розвиток або стан ландшафтної оболонки, а також передбачають одержання нових знань (фактів, теорії) про цю оболонку (геоверсум). Нерідко *основним об'єктом екологічного картографування* вважається ключове в класичній екології поняття – екосистеми різного ієрархічного рівня, біота, екологічні ситуації природоохоронні заходи.

П

Повітряне фотографування – фотографування місцевості і окремих об'єктів з літальних апаратів (літаків, вертольотів, штучних супутників Землі) за допомогою аерофотоапаратів (АФА). У результаті повітряного фотографування отримують аерофотознімки (скорочено – аерознімки).

Полігонометрія – система прокладених на місцевості ходів у вигляді ламаних ліній, точки зламів яких закріплені і є опорними пунктами Державної геодезичної мережі.

Простий кут – кут між двома напрямками, не орієнтованими відносно меридіана. Позначають буквою грецького алфавіту β (бета).

Прямокутні координати (плоскі) – лінійні величини: абсциса X і ордината Y , що визначають положення точок на площині (карті) щодо двох взаємно перпендикулярних осей X і Y .

Предмет екологічного картографування – відображення різних аспектів взаємовідносин живих організмів і їх угруповань з середовищем існування.

Р

Рельєф місцевості – сукупність різних нерівностей на земній поверхні.

Рівнинна місцевість – характеризується відсутністю різко виражених нерівностей земної поверхні, відносно невеликими перевищеннями (до 25 м) і порівняно малою стрімкістю схилів (до 2°). Абсолютні висоти над рівнем моря – до 300 м.

Розграфка – система ділення карт на окремі листи.

Румб – (від англійського – напрям) називається напрям руху або лінії візування у градусах, відлічених від найближчого меридіана, тобто від його північного чи південного кінця.

С

Середньогірна місцевість – має висоти над рівнем моря приблизно 1000...2000 м, відносні перевищення від 500 до 1000 м і переважну стрімкість схилів 10...25°. Вона розчленована на добре виражені гірські масиви. Пасма, їхні піки і гребені мають згладжені форми.

Середньо пересічена місцевість – має близько 20% площі, зайнятої природними перешкодами. Це найпоширеніший різновид добре обжитої місцевості. Рельєф, як правило, горбистий, зрідка рівнинний.

Сильно пересічена місцевість – відрізняється великою кількістю важко прохідних природних перешкод – відярів, ровів і балок до річок, каналів та інших перешкод. Площа природних перешкод складає більше 30%.

Сідловина – зниження на гребені хребта між двома сусідніми вершинами. Найнижча точка сідловини називається перевалом. У гірській місцевості шляхи сполучення через хребти, як правило, йдуть перевалами. Низько розташовані сідловини по обох схилах хребта або між двома гірськими хребтами називають гірськими проходами.

Схилення магнітної стрілки (δ) – кут, утворений у кожній точці між магнітним та дійсним меридіаном. Його вважають східним і додатним, якщо північний кінець магнітної стрілки відхиляється на схід, і від'ємним (західним), якщо – на захід від дійсного меридіана.

Системна концепція – розвиток і конкретизація важливих принципів діалектичного методу, особливо його положень про співвідношення частини і цілого, про об'єктивність і універсальність взаємозв'язків.

Системне картографічне моделювання – створення, аналіз і перетворення картографічних творів як моделей реальної дійсності (вона розглядається як геосистема і моделюється в системі карт) з метою їх використання для одержання нових екологічних знань про геосистеми та їх складові компоненти.

Системне створення карт – сукупність взаємопов'язаних науково-технічних методів, принципів і алгоритмів польового і лабораторного виготовлення карт як моделей геосистем.

Системне використання карт – сукупність взаємопов'язаних і взаємообумовлених науково-технічних методів, принципів і алгоритмів аналізу карт для пізнання зображених на них геосистем або їх частин.

Т

Тематичні карти – карти, основний зміст яких визначається конкретною темою, що відображається. На них більш детально відображаються окремі елементи місцевості, або наносяться спеціальні відомості, що не показують на загально географічних.

Топографія – наука, що вивчає земну поверхню (тобто елементи її фізичної поверхні і розташовані на ній об'єкти діяльності людини) у геометричному відношенні.

Топографічні елементи місцевості – сукупність рельєфу і місцевих предметів.

Топографічний план (або просто план) – зменшене і докладне зображення на площині невеликої ділянки місцевості.

Тріангуляція (від лат. – трикутник) – основний метод створення геодезичних пунктів за допомогою системи побудованих на земній поверхні трикутників із сторонами 5 – 10 – 20 – 25 км, у яких визначені кути та деякі із сторін. Вершини трикутників представлені геодезичними пунктами, які закріплені підземними і наземними довгостроковими знаками і є опорними пунктами (точками) геодезичної мережі.

Трилатерація – метод побудови опорної геодезичної мережі з трикутників за схемою, яка подібна до тріангуляції, але відрізняється від неї тим, що в трикутниках вимірюють геодезичними радіодалекомірами всі сторони і за тригонометричними формулами визначають координати вершин трикутників, тобто координати пунктів Держаної геодезичної мережі.

У

Улоговина – замкнуте чашоподібне заглиблення (западина). Має край і дно (найнижчу точку). Іноді дно улоговини буває заболочене або зайняте водоймою. Невелику улоговину з незначною глибиною називають западиною. Улоговину дуже малих розмірів називають ямою;

Умовні знаки топографічних карт – система графічних, літерних, цифрових та кольорових позначень, яка дозволяє зобразити місцевість на карті.

Х

Хребет – витягнуте підвищення, яке знижується в одному напрямку. Вододіл, або топографічний гребінь, – лінія, яка поєднує найвищі точки хребта. Хребет, як типову форму, потрібно відрізняти від гірського хребта – ланцюга гір, які спрямовані в один бік. До великих хребтів прилягають хребти менших розмірів, які називають відрогами.

Ц

Цифрова карта – систематизований запис у цифровій формі на машинному носіїв змісту топографічної карти, тобто просторових координат об'єктів місцевості, їх кодів та характеристик, визначених за єдиною системою класифікації і кодування картографічної інформації у заданій проекції, системі координат і висот, а також у прийнятому для топографічних карт розграфленні на номенклатурні аркуші.

Ч

Читання карти – процес відтворення дійсності з комплексу властивостей образно-знакової моделі, якою є карта.

1. Барановський В.А. Екологічна географія і екологічна картографія. – Національна академія наук України. Рада по вивченню продуктивних сил України. – К.: Фітосоціоцентр, 2001. – 250 с.
2. Грюнберг Г.Ю. Картография с основами топографии. М.: Просвещение, 1991. – 367 с.
3. Загородній В.В., Матусевич К.М., Основи топографії і картографії. – К.: «Радянська школа», 1977. – 132 с.
4. Картография с основами топографии, часть I. Под. ред. А.В. Гедымина. – М.: «Просвещение», 1973. – 158 с.
5. Картография с основами топографии, часть II. Под. ред. А.В. Гедымина. – М.: «Просвещение», 1973. – 247 с.
6. Псарев А.А., Коваленко А.Н. и др. Военная топография. – М.: Воениздат, 1986. – 382 с.
7. Харченко А.С., Божок А.П.. Топография с основами геодезии. М.: «Высшая школа» 1986. – 303 с.
8. Шмаль С.Г. Військова топографія: Підруч. для слухачів і курсантів вищ. військ. навч. закл. – К.: Вид. Паливода А.В., 2003. – 280 с.
9. Эстес Дж.Э. Применение данных дистанционного зондирования в географии. //Ежемесячный журнал, публикуемый Институтом инженеров по электротехнике и радиоэлектронике США. Тематический выпуск ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ ИЗ КОСМОСА. Перевод под общей редакцией и с предисловием д-ра техн. наук, проф. Г.И. Василенко и канд. техн. наук Н.В. Сазонова. М.: «Мир», редакция «ТИИЭР» – 1985. – 225 с.

МІРИ ДОВЖИН ТА ПЛОЩ, ЩО ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ У ДЕЯКИХ КРАЇНАХ СВІТУ

Міри довжин

Дюйм = 2,54 см;

Кабельтов = 0,1 морської милі = 185,2 м.;

Л'є (Франція) = 4,44 км;

Метр = 100 см = 1000 мм = 3,2809 фута;

Міліметр = 0,001 м = 0,0394 дюйма;

Миля географічна = 4 мінути широти = 7412,60 м.

Миля морська (США, Англія, Канада) = 1 мінута широти = 10 кабельтових = 1852,0 м.;

Миля статутна (США, Англія, Канада) = 1,609 км;

Сантиметр = 10 мм = 0,3937 дюйма;

Фут = 12 дюймів = 30,480 см.;

Ярд = 3 фута = 0,9144 м

Міри площ

Акр (США, Англія) = 0,4047 га = 4047 м²;

Ар = 0,01 га = 100 м²;

Гектар = 100 ар = 10 000 м².

Додаток 2

УКРАЇНА В ЦИФРАХ

Територія та населення (на січень 2004 р.)

Назва адміністративної одиниці	Територія, тис. км ²	Населення, тис. осіб			Густина населення, осіб на 1 км ²
		Загальна кількість	У тому числі		
			міське	сільське	
Україна	603,7	47622	32146	15476	79
Автономна республіка Крим (без м. Севастополь)	26,1	2005	1259	746	77
Вінницька	26,5	1736	814	922	66
Волинська	20,2	1049	526	523	52
Дніпропетровська	31,9	3503	2912	591	110
Донецька	26,5	4721	4259	462	178
Житомирська	29,9	1360	765	595	45
Закарпатська	12,8	1251	463	788	98
Запорізька	27,2	1893	1435	458	70
Івано-Франківська	13,9	1398	590	808	101
Київська (без м. Києва)	28,1	1794	1052	742	64
Кіровоградська	24,6	1100	666	434	45
Луганська	26,7	2473	2131	342	93
Львівська	21,8	2598	1550	1048	119
Миколаївська	24,6	1240	826	414	50
Одеська	33,3	2430	1602	828	73
Полтавська	28,8	1590	941	649	55
Рівненська	20,1	1164	546	618	58
Сумська	23,8	1262	823	439	53
Тернопільська	13,8	1127	482	645	82
Харківська	31,4	2867	2260	607	91
Херсонська	28,5	1150	693	457	40
Хмельницька	20,6	1401	725	676	68
Черкаська	20,9	1372	744	628	66
Чернівецька	8,1	914	372	542	113
Чернігівська	31,9	1207	715	492	38
Київ	0,8	2639	2639	-	3299
Севастополь (міськрада)	0,9	378	356	22	420

Продовження додатку 2

Міста України з кількістю населення понад 100 тис. осіб

Місто	Населення, тис. осіб	Місто	Населення, тис. осіб
Алчевськ	118	Львів	733
Бердянськ	121	Макіївка	384
Біла Церква	201	Маріуполь	488
Вінниця	358	Мелітополь	160
Горлівка	288	Миколаїв	512
Дніпродзержинськ	254	Нікополь	134
Дніпропетровськ	1072	Одеса	1021
Донецьк	1009	Павлоград	117
Євпаторія	106	Полтава	315
Єнакієве	102	Рівне	248
Житомир	282	Севастополь	356
Запоріжжя	808	Северодонецьк	120
Івано-Франківськ	218	Сімферополь	344
Кам'янець-Подільський	100	Слов'янськ	124
Керч	155	Суми	289
Київ	2639	Тернопіль	226
Кіровоград	252	Ужгород	117
Краматорськ	179	Харків	1466
Кременчук	232	Херсон	326
Кривий Ріг	704	Хмельницький	254
Лисичанськ	114	Черкаси	295
Луганськ	459	Чернівці	241
Луцьк	206	Чернігів	304

Продовження додатку 2

Найбільші річки України

Річка	Куди впадас	Довжина, км		Площа басейну, тис. км ²
		загальна	в межах України	
Дніпро	Чорне море	2201	981	504,0
Південний Буг	Чорне море	806	806	63,7
Псел	Дніпро	717	692	22,8
Дністер	Чорне море	1362	705	72,1
Сіверський Донець	Дон	1053	672	98,9
Горинь	Прип'ять	659	579	22,7
Десна	Дніпро	1130	591	88,9
Інгuleць	Дніпро	549	549	14,87
Ворскла	Дніпро	464	452	14,7
Случ	Горинь	451	451	13,8
Стир	Прип'ять	494	443	13,1
Західний Буг	Вісла	831	401	73,5
Тетерів	Дніпро	385	385	15,3
Сула	Дніпро	365	365	19,6
Ігул	Південний Буг	354	354	9,89
Рось	Дніпро	346	346	12,6
Самара	Дніпро	320	320	22,6
Прут	Дунай	967	272	27,5
Прип'ять	Дніпро	761	261	121,0
Айдар	Сіверський Донець	264	256	7,4
Сейм	Десна	748	250	27,5
Збруч	Дністер	244	244	3,4
Серет	Дністер	242	242	3,9
Стрий	Дністер	232	232	3,1
Тиса	Дунай	966	201	153,0
Оскіл	Сіверський Донець	472	177	14,8
Дунай	Чорне море	2900	174	817,0

Продовження додатку 2

Найбільші озера і лимани

Озеро, лиман	Місце знаходження	Площа, км ²	Довжина, км	Макс. ширина, км	Макс. глибина, м
Дністровський	Узбережжя Чорного моря	360,0	42,0	12,0	2,7
Сасик (Кундук)	Узбережжя Чорного моря	204,8	35,0	11,0	3,9
Тиліульський	Узбережжя Чорного моря	170-150	80,0	3,5	21,0
Молочний	Узбережжя Азовського моря	168,0	35,0	10,0	3,0
Яллуґ	Басейн Дунаю	149,0	39,0	5,0	6,0
Кагул	Басейн Дунаю	93,5-82,0	18,0	11,0	7,0
Кугурлуй	Басейн Дунаю	82,0	20,0	10,0	2,0
Шагани	Узбережжя Чорного моря	74,0	11,5	9,3	2,0
Алібей	Узбережжя Чорного моря	72,0	15,0	11,0	2,5
Сасик	Кримський півострів	71,0	18,0	12,0	1,2
Хаджибейський	Узбережжя Чорного моря	70,0	40,0	3,5	13,5
Катлабуг	Басейн Дунаю	67,0	21,0	6,0	4,0
Китай	Басейн Дунаю	60,0	24,0	3,5	5,0
Куяльницький	Узбережжя Чорного моря	60,0-56,0	28,0	2,5	3,0
Донузлав	Кримський півострів	48,2	30,0	8,5	27,0

Продовження додатку 2

Основні водосховища

Водосховище	Роки створення	На якій річці	Площа, км ²	Об'єм, км ³	Довжина, км	Макс. ширина, км	Макс. глибина, км
Київське	1964-1966	Дніпро	922	3,73	110	12	14,5
Кацівське	1972-1978	Дніпро	675	2,62	123	8	21
Кременчуцьке	1959-1961	Дніпро	2250	13,5	149	28	28
Дніпродзержинське	1964	Дніпро	567	2,45	114	8	16
Дніпровське	1932	Дніпро	410	3,3	129	7	53
Каховське	1947-1948	Дніпро	2155	18,2	230	25	24
Дністровське	1955-1956	Дністер	142	3,2			
Червонооскільське	1958	Оскіл	122,6	0,48	76	4	16,5
Ладизинське	1964	Південний Буг	20,8	0,15	45	1,2	17,8
Печенізьке	1962	Сіверський Донець	86,2	0,38	65	3	10,5

Закінчення додатку 2

Найбільші гірські вершини та найвищі точки рівнинної частини

Гора	Висота, м	Місцезнаходження	Область
УКРАЇНСЬКІ КАРПАТИ			
Говерла	2061	Чорногора	Закарпатська та Івано-Франківська
Бребенескул	2032	Чорногора	Закарпатська та Івано-Франківська
Петрос	2020	Чорногора	Закарпатська
Чорна Гора	2020	Чорногора	Закарпатська та Івано-Франківська
Гутин Гомнатик	2016	Чорногора	Закарпатська
Ребра	2010	Чорногора	Закарпатська та Івано-Франківська
Піп-Іван	1936	Мармароський масив	Закарпатська
Туркул	1933	Чорногора	Закарпатська та Івано-Франківська
Брескул	1911	Чорногора	Закарпатська та Івано-Франківська
Петросул	1855	Чорногора	Закарпатська
Сивуля-Велика	1836	Горгани	Івано-Франківська
Лопушна	1818	Горгани	Івано-Франківська
Братківська	1788	Горгани	Закарпатська та Івано-Франківська
Довбушанка	1754	Горгани	Закарпатська та Івано-Франківська
Грофа	1748	Горгани	Закарпатська та Івано-Франківська
Яйко-Ілемське	1680	Горгани	Закарпатська та Івано-Франківська
Стій	1677	Боржава	Закарпатська
Підпула	1630	Свидовець	Закарпатська
КРИМСЬКІ ГОРИ			
Роман-Кош	1545	Бабуган-яйла	Автономна Республіка Крим
Демір-Капу	1540	Нікітська-яйла	-/-
Зейтін-Кош	1537	Бабуган-яйла	-/-
Кемаль-Егерек	1529	Нікітська-яйла	-/-
Екпізі-Бурун	1527	Чатирдаг	-/-
Ангара-Бурун	1453	Чатирдаг	-/-
Велика Чучель	1337	Синаб-Даг	-/-
Авінда	1472	Нікітська-яйла	-/-
Рока	1346	Ай-Петринська яйла	-/-
Беденикир	1320	Ай-Петринська яйла	-/-
Мала Чучель	1288	Бабуган-яйла	-/-
Тай-Коба	1254	Карабі-Яйла	-/-
Демерджі	1239	Демерджі-яйла	-/-
Ай-Петрі	1234	Ай-Петринська яйла	-/-
РІВНИННА ЧАСТИНА			
Берда	515	Хотинська височина	Чернівецька
Камула	471	Подільська височина	Львівська
Вапнярка	460	Гологори	Львівська
Могила-Мечетна	367	Донецький кряж	Донецька
Могила-Бельмак	324	Приазовська височина	Запорізька

Додаток 3

Зони катастрофічного затоплення в Україні

Найменування адміністративно-територіальних одиниць	Територія, км ²	Кількісна характеристика зон КЗ	
		Об'єкти н.г., од.	Населені пункти, од.
Дніпропетровська	1660,0	79	127
Запорізька	342,0	35	33
Київська (м. Київ)	1130,0	109	66
Кіровоградська	140,0	3	14
Полтавська	2000,0	37	95
Херсонська	1800,0	24	56
Черкаська	780,0	5	66
Чернігівська	220,0	5	6
Всього	7572,0	227	463
Вінницька	50,5	51	26
Одеська	50,0	15	4
Всього	100,5	66	30
Вінницька	84,4	157	25
Закарпатська	60,0	7	11
Автономна Республіка Крим	28,8	18	7
УКРАЇНА	8294,4	470	536

Додаток 4

Території можливих лісових пожеж у пожежонебезпечний сезон на території України

Найменування адміністративно-територіальних одиниць	Території можливих лісових пожеж, тис. га		
	Всього	Сильних верхових і низових пожеж	Слабких низових пожеж
УКРАЇНА	8396	3835	4563
АРК	264	47	217
Вінницька	305	30	276
Волинська	592	347	245
Дніпропетровська	99	21	78
Донецька	126	27	99
Житомирська	920	525	395
Закарпатська	629	184	445
Запорізька	35	4	31
Івано-Франківська	555	347	208
Київська	548	371	177
Кіровоградська	109	8	101
Луганська	233	79	154
Львівська	572	286	286
Миколаївська	45	11	34
Одеська	134	10	124
Полтавська	209	73	136
Рівненська	718	490	228
Сумська	387	155	232
Тернопільська	177	40	137
Харківська	333	ПО	223
Херсонська	86	59	27
Хмельницька	239	70	169
Черкаська	281	86	195
Чернівецька	226	113	113
Чернігівська	575	542	233

Сейсмонебезпечні території України

Найменування адміністративно- територіальних одиниць	Площа сейсмонебезпечних зон, тис. км			
	Всього	Силою більше 6 балів	Силою більше 7 балів	Силою більше 8 балів
УКРАЇНА	123,7	95,0	27,3	1,4
Республіка Крим	11,1	9,0	1,8	0,3
Вінницька	16,0	16,0	-	-
Волинська	-	-	-	-
Дніпропетровська	-	-	-	-
Донецька	-	-	-	-
Житомирська	-	-	-	-
Закарпатська	12,8	-	12,8	-
Запорізька	-	-	-	-
Івано-Франківська	10,4	10,4	-	-
Київська	-	-	-	-
Кіровоградська	2,5	2,5	-	-
Луганська	-	-	-	-
Львівська	7,2	7,2	-	-
Миколаївська	8,2	8,2	-	-
Одеська	33,4	22,2	10,1	1,1
Полтавська	-	-	-	-
Рівненська	-	-	-	-
Сумська	-	-	-	-
Тернопільська	3,4	3,4	-	-
Харківська	-	-	-	-
Херсонська	-	-	-	-
Хмельницька	10,3	10,3	-	-
Черкаська	-	-	-	-
Чернівецька	8,1	5,5	2,6	-
Чернігівська	-	-	-	-

Артамонов Б.Б., Штангрет В.П.

ТОПОГРАФІЯ З ОСНОВАМИ
КАРТОГРАФІЇ

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

Відповідальний за випуск С.В. Піча
Комп'ютерна верстка та оформлення обкладинки О.І. ГуцулякПідписано до друку 8.02.2006.
Формат 60х84 /16. Папір офсетний. Гарнітура Тип Таймс.
Друк офсетний. Умовн. друк. арк. 15,5.
Тираж 300 прим. № замовл. 61Видавництво «Новий Світ-2000»
а/с № 2623, м. Львів-60, 79060, Україна
E-mail: novyisvit2000@org.lviv.net
Свідчення про видавничу діяльність і розповсюдження видавничої продукції:
серія ДК № 59 від 25.05.2000 року, видане Державним комітетом інформаційної політики,
телебачення та радіомовлення України.Віддруковано в поліграфічному центрі видавництва «Новий Світ-2000»
м. Львів, вул. Володимира Великого, 4.

ІБ ПНУС



788432