

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний педагогічний університет
ім. Г.С. Сковороди

Некос С.В.

КАРТОГРАФІЯ З ОСНОВАМИ ТОПОГРАФІЇ

Курс лекцій та практичні завдання

Харків 2009

УДК 528.48(528.9)

Некос С.В. Картографія з основами топографії. Курс лекцій та практичні завдання. Вид. 3-є доповн. та переробл. – Харків, 2009. – 59 с.

© Некос С.В., 2009

МОДУЛЬ 1

ГЕОГРАФІЧНІ КАРТИ І КАРТОГРАФІЯ. МАТЕМАТИЧНА ОСНОВА КАРТ

1.1. Географічні карти і картографія

Картографія – наука про карти, методи їх складання і використання (традиційне визначення).

Кожна карта має визначене призначення: потрібні вченим, керівникам походів, учням і т. ін.

За *структурою* картографія - ціла система картографічних дисциплін: картознавство, картографічна інформатика, математична картографія, картометрія, топографія та інші.

Зв'язки картографії з іншими науками настільки обширні, що важко назвати будь-яку з них, яка не використовувала б карти.

Мета курсу : навчитися аналізувати географічні карти і правильно їх використовувати.

1.1.1. Основні властивості і визначення географічних карт. Карти як просторові моделі дійсності

Здавна було прийнято визначати географічну карту як **зменшене зображення земної поверхні на площині**. Але це визначення, по-перше, справедливо у відношенні будь-якого фотознімка земної поверхні, а також відносно пейзажу – зображення місцевості засобами образотворчого мистецтва; по-друге, воно обмежує завдання карти зображенням земної поверхні, тоді як сучасні карти включають у свій зміст різноманітні природні і соціально-економічні явища в географічній оболонці і навіть за її межами.

Виходячи з цього, карта має 5 основних властивостей, що визначають *специфіку географічної карти*:

1. Математично визначену будову; (зменшене зображення земної поверхні на площині);
2. Використання особливих знакових систем (картографічних символів);
3. Відбір та узагальнення явищ, що зображуються.
4. Системне відображення дійсності.
5. Її цілеспрямоване моделювання.

1. Математично визначена побудова карт передбачає встановлення суворої функціональної залежності між географічними координатами точок явищ, які картографуються (точок земної поверхні) та прямокутними координатами тих самих точок на площині. Це дозволяє вивчати за картами просторові відношення та форми об'єктів, що зображуються. Така побудова нібито включає 2 дії для переходу від просторових форм явищ до їх відображення на площині. Одно з них – це проектування явищ, що картографуються на математичну поверхню Землі, за яку береться рівнева поверхня Світового океану, що продовжена під материками. Із-за складності математична поверхня Землі замінюється в картографії близькою за формою поверхнею *еліпсоїда обертання*, або що менш точно, поверхнею кулі. Інша дія – це зображення поверхні еліпсоїда чи кулі на площині.

Земну поверхню неможливо відобразити на площині без геометричних деформацій, які називаються **спотвореннями**, зберігаючи істинні горизонтальні обриси об'єктів. Тому для переходу від поверхні еліпсоїда до площини використовують ті чи інші математичні способи відображення, які називаються **картографічними проєкціями**. Вони встановлюють визначену функціональну залежність між координатами точок на еліпсоїді і карті. Коли ця залежність і масштаб моделі відомі, можна враховувати деформації плоского зображення і, отже, визначати за картою з необхідною точністю просторові відношення та дійсні планові форми об'єктів, що зображуються.

2. Географічні карти передають явища за допомогою спеціальних знакових систем.

Використання картографічних знаків дозволяє:

- ❑ сильно зменшувати зображення земної поверхні, відтворюючи при цьому ті об'єкти, що в силу зменшення не виражаються у масштабі карти, але за своїм значенням повинні бути на неї показані;
- ❑ показувати на карті рельєф поверхні та відображати явища в атмосфері та надрах Землі;
- ❑ не обмежуватися відображенням тільки зовнішнього вигляду (поверхні) предметів (явищ), а указувати їх внутрішні корені властивості;
- ❑ показувати поширення явищ, що не сприймаються органами чуттів і робити научними зв'язки та відношення, що неприступні для безпосереднього сприйняття;
- ❑ виключати сторони, особистості і деталі явищ, які малозначимі при конкретному призначенні карти, та виділяти їх загальні і суттєві ознаки; відображати процеси, переміщення, хід у часі (сезонні явища в природі) і у певній мірі розвиток явищ, тобто вводити в карти четвертий вимір – час.

3. Дуже важливим є процес *відбору та узагальнення зображуваних явищ*, який прийнято називати **картографічною генералізацією** (для покращення читаємості карт при зменшенні масштабу). Генералізація обумовлюється масштабом карти. *Напрям і ступінь* генералізації визначаються **призначенням** карти, у відповідності з яким встановлюються відносні значення та докладність показуваних на неї явищ, система картографічних знаків і т. ін.

4. **Системне відображення дійсності** на картах побудовано на введенні в картографію системного підходу, за яким картографовані явища розглядаються або як геосистеми, або як елементи таких геосистем. Системний підхід передбачає не тільки відображення елементів комплексу, їх властивостей і стану, але також урахування взаємозв'язків та функціонування елементів при погляді на комплекси як компоненти системи більшого рівня.

5. Більш повному з'ясуванню сутності географічних карт сприяє погляд на них, як на **моделі**, тобто побудови, відтворюючі деякі сторони дійсності в спрощеній, схематизованій формі.

З аналізу основних принципів побудови карт виходе, що **карти** утворюють **плоскі просторові, математично визначені образно-знакові моделі дійсності**.

Карти Землі, що зображують її поверхню і розташовані на неї об'єкти – води, рослинний покрив, ґрунти, населені пункти і шляхи сполучення держав та адміністративні межі і т. ін., прийнято називати **загальногеографічними**. До них відносяться **топографічні** карти – докладні зображення місцевості.

1.1.2. Картографічні зображення

Картографічними зображеннями називають різноманітні генералізовані зображення Землі, інших небесних тіл чи небесної сфери і явищ, що до них відносяться, виконані в картографічних умовних знаках; їх будують в картографічній проекції (і тоді вважають картами) чи за іншим математичним принципом – для глобусів і блок-діаграм.

Карти Луні і планет зображують їх поверхню, рельєф, будуються в картографічних проекціях, використовуючи картографічні знаки і генералізацію. Система координат пов'язується з віссю обертання та екваторіальною площиною небесного тіла.

Зоряними картами називають зображення на площині зоряного неба як видимого небесного зводу. Сітка картографічних проекцій служить для визначення астрономічних координат світил в екваторіальній системі. Масштаб карт вказується у градусній мірі (наприклад, масштаб $1^\circ = 1,5 \text{ мм}$). Зірки зображуються картографічними знаками в залежності від блиску зірки.

Рельєфні карти передають нерівності земної поверхні в трьохмірній, об'ємній формі. Вони виготовлюються за звичайними, наприклад, топографічними, картами, зберігають їх проекції, знакові системи і зміст, але зазвичай будуються з перебільшенням вертикального масштабу у порівнянні з горизонтальним.

Глобуси -- об'ємні шаровидні моделі Землі, повторюють земну поверхню в її ортогональній проекції на кулю, завдяки чому зберігають постійний масштаб, співвідношення площ, взаємне розміщення контурів. Зазвичай їх масштаби дуже мілкі -- 1:30 000 000 - 1: 80 000 000.

Блок-діаграми -- зображення земної поверхні в картографічних знаках за похилим променем зору, часто збігаються з вертикальними розрізами (профілями) земної поверхні.

Таким чином, рельєфні карти -- трьохмірні, в глобусах немає переходу від математичної поверхні Землі до площини, блок-діаграми відтворюють похилу перспективу невеликих ділянок реальної земної поверхні (без віднесення її до математичної поверхні Землі). Вони похідні від географічних карт, які служать джерелом для їх складання.

1.1.3. Визначення картографії та її відношення до мистецтва

Картографія -- наука про відображення, дослідження явищ природи та суспільства -- їх розміщення, властивостей, взаємозв'язків та змін у часі -- за допомогою карт та інших картографічних зображень (за Саліцевим).

За визначенням Британської картографічної спілки: картографія -- це мистецтво, наука і технологія виготовлення карт і їх вивчення як наукових документів та витворів мистецтва. Великі художники епохи Відродження Леонардо да Вінчі, Дюрер та ін. були причетні до картографії. Багато карт XV -- XVIII ст. за своїм художнім виконанням, за декоративним сюжетом на полях, належать до витворів мистецтва. І все ж сучасна картографія до мистецтва не відноситься (за деякими винятками, такими як Карта СРСР з уральських самоцвітів у Георгієвському залі Державного Ермітажу).

1.1.4. Елементи географічної карти

Для складання та повноцінного використання географічних карт необхідно знати їх властивості та особливості. Тому вивчення і розробка карт потребує аналітичного підходу, розподілу карт на складові елементи, вміння визначити сутність, значення і функції кожного елемента, бачити їх зв'язки між собою. В карті розрізняють її зміст (тобто зображення), що передається через *математичну основу, легенду, допоміжне оснащення і доповнюючі дані*.

1.2. Математична основа карт

1.2.1. Поняття про картографічні проекції. Класифікація проекцій за характером спотворень

Картографічна проекція -- математично визначений спосіб відображення поверхні еліпсоїда на площині -- встановлює однозначну відповідність між крапками земного еліпсоїда і зображеннями тих самих крапок на площині. Звичайно цю відповідність виражають в аналітичній формі в двох рівняннях виду

$$x = f_1(B, L), \quad y = f_2(B, L).$$

називаних *рівняннями картографічних проекцій*. Вони дозволяють обчислити прямі координати x, y зображуваної крапки за географічними координатами B и L . Число можливих функціональних залежностей і, отже, проекцій не обмежено. Необхідно лише, щоб кожна крапка B, L еліпсоїда зображувалася на площині однозначно відповідною крапкою x, y і щоб зображення було безперервним.

Безперервність і однозначність зображення досягаються за рахунок деформації поверхні еліпсоїда при сполученні її з площиною. Отже, масштаб плоского зображення не може бути постійним. Для наочного уявлення про величину і характер деформацій, властивих певній проекції, розглядають, як зображуються на площині нескінченно малі окружності, узяті в різних крапках на поверхні еліпсоїда. У теорії картографічної проекції доводиться, що нескінченно мала окружність на поверхні еліпсоїда в загальному випадку зображується на площині еліпсом, називаним *еліпсом спотворень*. Це означає, що масштаб зображення залежить не тільки від положення крапки, але може змінюватися в даній

крапці зі зміною напрямку. Еліпс спотворень характеризує для цієї крапки величини спотворень довжин, площ, кутів.

Розрізняють головний масштаб dS , що дорівнює масштабу моделі земного еліпсоїда, зменшеного в заданому відношенні для зображення на площині, та інші масштаби, називані частковими. Частковий масштаб dS' визначається як відношення нескінченного малого відрізка на карті (на площині) до відповідного йому відрізка на поверхні еліпсоїда. Відношення часткового масштабу до головного, що позначається, через μ , характеризує спотворення довжин

$$\mu = dS' / dS.$$

У будь-якій крапці на поверхні еліпсоїда є 2 взаємно перпендикулярні напрямки (називаних головними), котрі в проекції також відображаються взаємно перпендикулярними лініями, що співпадають з великою і малою вісями еліпса спотворень. Очевидно, в еліпсі спотворень найбільший масштаб збігається з напрямком великої вісі еліпса, а найменший – з напрямком малої вісі. Екстремальні масштаби за головними напрямками, що виражені у відношенні до головного масштабу, позначають відповідно через a і b . Узагалі, головні напрямки можуть не збігатися з меридіанами і паралелями (і їх зображенням у проекції). У такому випадку масштаби за меридіанами і паралелями позначають відповідно через m і n .

Поряд зі спотвореннями довжин розрізняють спотворення площ і кутів. За спотворення площі в деякій крапці карти приймають відношення площі еліпса спотворення dP^i до площі dP відповідного нескінченно малого кола на еліпсоїді, що позначається через p

$$p = dP^i / dP.$$

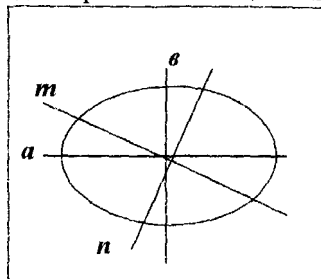
Спотворенням кута називають різницю між кутом, утвореним двома лініями на еліпсоїді, і зображенням цього кута на карті. Величина спотворення кутів у даній крапці характеризується найбільшим значенням цієї різниці ω .

Проекції зовсім позбавлених спотворень довжин **не існує**, разом з тим, є проекції, вільні від спотворення кутів або від спотворення площ.

Проекції, що передають величину кутів без спотворень і зберігають подібність нескінченно малих фігур, називаються *рівнокутними*. У кожній крапці рівнокутної проекції масштаб однаковий за всіма напрямками (еліпс спотворень перетворюється на окружність), але змінюється від крапки до крапки.

Рівновеликі проекції зберігають площі (еліпси спотворень скрізь мають однакову площу), але сильно порушують подібність фігур.

Існує безліч проекцій, які ні є ні рівнокутними, ні рівновеликими – їх називають *довільними*. Але немає і не може бути проекцій, що були б одночасно рівнокутними і рівновеликими. Чим більше спотворення кутів, тим менше спотворення площ і навпаки. Серед довільних проекцій виділяють *рівно проміжні*, у всіх крапках яких масштаб за одним з головних напрямків постійний і дорівнює головному масштабу. За своїми властивостями довільні проекції посідають між рівнокутними і рівновеликими.



1.2.2. Класифікація проекцій за видом меридіанів і паралелей нормальної сітки

У картографічній практиці поширена класифікація проекцій за видом допоміжної геометричної поверхні, яка може бути використана при їхній побудові.

Виділяють проекції: *циліндричні*, коли допоміжною поверхнею служить бічна поверхня циліндра, дотичного до еліпсоїду, чи того, що пересікає еліпсоїд; *конічні*, коли допоміжною площиною є бічна поверхня дотичного до еліпсоїду конусу чи поверхня конусу, що пересікає; *азимутальні*, коли допоміжна поверхня – площина, що дотична до еліпсоїду чи та що пересікає еліпсоїд.

Проекції, при побудові яких вісі циліндра і конуса сполучалися з полярною віссю земної кулі, а площина розміщувалася дотичною в крапці полюсу, називаються *нормальними*.

До нормальних за видом відносяться також проекції **псевдоциліндричні**, у яких паралелі – прямі, і паралельні один одному, а меридіани – криві, симетричні щодо середнього прямолінійного меридіана;

псевдоконічні, де паралелі – дуги концентричних окружностей, а меридіани – криві, симетричні щодо середнього прямолінійного меридіана;

полі конічні, паралелі яких – дуги ексцентричних окружностей з центрами на середньому прямолінійному меридіані, а меридіани – криві, симетричні відносно середнього меридіана.

Для циліндричних і азимутальних проекцій поряд з нормальними широко використовуються інші орієнтування циліндра і площини: **поперечні**, коли вісь циліндра лежить у площині екватора, а площина торкається кулі в одній із крапок екватору; **косі**, коли вісь циліндра утворює з полярною віссю гострий кут, а площина торкається кулі у якій-небудь крапці між полюсом і екватором.

Взагалі кажучи, сітки меридіанів і паралелей у поперечних і косих циліндричних та азимутальних проекціях утворюються кривими лініями, і тому класифікація проекцій за видом меридіанів і паралелей виробляється стосовно до нормальних сіток.

Серед азимутальних проекцій виділяють перспективні, що одержуються проектуванням поверхні кулі на площину за законом перспективи за допомогою променів з крапки зору, розташовуваних на прямій, що проходить через центр кулі і перпендикулярній площини торкання (картинної площини). Зокрема, розрізняють перспективні проекції: **ортографічні**, коли точка зору вилучена в нескінченність і проектування виробляється пучком рівнобіжних променів; у цій проекції ми практично бачимо поверхню Місяця; у ній зображена земна куля на гербі СРСР; **стереографічні**, коли точка зору розташовується на поверхні кулі і діаметрально протилежна крапці торкання картинної площини, стереографічна проекція рівнокутна; будь-яка окружність на поверхні кулі зображується в цій проекції також окружністю; **гномонічні**, коли точка зору знаходиться в центрі; у цій проекції дуги усіх великих кіл кулі зображуються прямими лініями.

Проекції, які за видом сітки не підходять під розглянуті, називаються **умовними**.

У практиці сучасної картографії сітки отримують не за допомогою геометричних побудов, а розрахунковим, аналітичним шляхом. У результаті обчислень за формулами проекції визначають прямокутні координати перетинань меридіанів і паралелей (вузлових крапок сітки), величину і розподіл спотворень; наносять вузлові крапки сітки і за ними проводять меридіани і паралелі.

1.2.3. Спотворення в картографічних проекціях; їх розподіл; визначення розмірів спотворень на картах

Спотворення зображення, що виражається в змінах масштабу довжин, притаманно усім картографічним проекціям – це їх основна властивість. Але проекції розрізняються за характером спотворень, за величиною спотворень і їх розподілом. Проекції можуть мати окремі крапки, чи лінії, навіть систему ліній, де зберігається головний масштаб. В азимутальних проекціях – це крапка торкання площини, у конічних – паралель торкання конуса (чи паралелі перетину) і т. ін. Такі крапки і лінії називаються **крапками і лініями нульових спотворень**. Спотворення зростають у міру віддалення від цих крапок і ліній чи при збільшенні картографічної території.

Для оцінки достоїнств проекцій використовують показники спотворення площ p і кутів ω , що визначаються при обчисленні проекції. Визначення цих величин для ряду крапок картографічної сітки і наступне проведення по них ізокол – ліній, що з'єднують крапки з однаковими значеннями спотворень площ і кутів, дає наочну картину розподілу спотворень і дозволяє враховувати спотворення при користуванні картою.

В нормальних циліндричних проекціях ізоколи розташовуються паралельно екватору (чи паралелям перетину); у нормальних конічних – паралельно паралелі торкання (чи паралелям перетину); у нормальних азимутальних проекціях ізоколи рівнобіжні концентричним окружностям паралелей. Очевидно, нормальні циліндричні проекції доцільно застосовувати для зображення екваторіальної зони і взагалі територій, витягнутих уздовж екватору; нормальні конічні – для територій, що лежать в середніх широтах і витягнутих зі сходу на захід (СРСР); нормальні азимутальні – для полярних районів.

У довільних проекціях ізоколи можуть утворювати систему кривих ліній. У математичній картографії доводиться, що при зображенні конкретних територій найменші спотворення забезпечуються проекціями, у яких ізоколи за своєю формою близькі загальному контуру картографуємої території.

ЗАВДАННЯ № 1

Математична основа карт

Мета роботи: навчитися визначати проекції топографічних карт та розраховувати розміри спотворень в різних частинах карт.

Вихідні дані:

1. Будь-який географічний атлас (карту називає викладач).
2. Таблиця. Довжини дуг паралелей і меридіанів в км та площі полів, що розміщено між паралелями і меридіанами в км².

Потрібно:

1. Визначити проекцію заданої карти за видами меридіанів та паралелей нормальної сітки та за характером спотворень.
2. Розрахувати спотворення довжин, площ та кутів у заданій крапці.

Порядок виконання:

1. Визначити проекцію заданої карти за видами меридіанів та паралелей нормальної сітки та за характером спотворень, користуючись вище викладеним.
2. Розрахувати спотворення довжин, площ та кутів у заданій крапці.

За наявності картографічної сітки величина спотворень може бути визначена на будь-якій ділянці карти, якщо навіть проекція не зазначена. Для цього досить визначити у відповідному місці карти масштаби за меридіаном та паралеллю m і n , а також кут θ між меридіаном і паралеллю. Для знаходження величини m і n слід:

а) вимірити дуги меридіана і паралелі біля відповідної вузлової крапки картографічної сітки;

б) визначити масштаб за меридіаном і паралеллю за допомогою розподілу отриманих величин на довжини відповідних дуг еліпсоїда (запозичаються з таблиці 1). Знайти величини m і n за допомогою діл масштабів за меридіаном і паралеллю на головний масштаб;

в) кут ω між меридіаном і паралеллю вимірюється транспортиром.

Для обчислення за величинами m , n і куту ω значень a , e , p і кута ω математична картографія дає наступні нескладні формули:

$$p = m \times n \times \sin \theta - \text{для спотворення площі,}$$

$$a + b = \sqrt{m^2 + n^2 + 2p} \text{ для найбільшого масштабу;}$$

$$a - b = \sqrt{m^2 + n^2 - 2p} \text{ для найменшого масштабу,}$$

$$\sin \frac{w}{2} = \frac{m-n}{m+n} \text{ для спотворення кутів.}$$

Якщо головні напрямки збігаються з меридіанами і паралелями, тобто коли меридіани і паралелі сітки взаємно перпендикулярні, то $a = m$, $b = n$ (чи $a = n$, $b = m$) і формули здобувають вид

$$p = m \times n,$$

$$\sin \frac{w}{2} = \frac{m-n}{m+n}.$$

Практична робота № 1 (заповнюється студентом)

1. Карта (назва) _____

масштаб: _____ з (назва атласу) _____

Проекція за видом меридіанів та паралелей нормальної сітки _____

Проекція за характером спотворень _____

2. На карті (назва) _____

масштабу _____ задана точка _____

Довжина меридіану _____ см, _____ км.

Довжина паралелі _____ см, _____ км.

Величина кута _____ °.

$m =$

$n =$

Спотворення площі для заданої точки складає:

$$p = mn \sin \theta =$$

Найбільший масштаб:

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

Найменший масштаб:

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

$a =$ _____

$b =$ _____

Спотворення кутів складає:

$$\sin \frac{w}{2} = \frac{m-n}{m+n} =$$

Таблиця 1.1. Довжини дуг паралелей і меридіанів в км та площі полів, що розміщено між паралелями і меридіанами в км².

Широти φ°	Довжини дуг в 1°		Широти φ°	Площі полів					
	паралелі	меридіані		1°x1°	2°x2°	4°x4°	5°x5°	10°x10°	
1	111,3	110,6	0-1	12309	49230*)	196800*)	307400*)	1224900*)	
2	111,3	110,6	1-2	12305					
3	111,3	110,6	2-3	12298	49170				
4	111,2	110,6	3-4	12287					
5	111,1	110,6	4-5	12272	49050	195900	305100		
6	110,9	110,6	5-6	12254					
7	110,7	110,6	6-7	12232	48880				
8	110,5	110,6	7-8	12207					
9	110,2	110,6	8-9	12178	48650	194000			
10	110,0	110,6	9-10	12145					
11	109,6	110,6	10-11	12109	48350				
12	109,3	110,6	11-12	12069					
13	108,9	110,6	12-13	12025	48010	191200	300500		
14	108,5	110,6	13-14	11978					
15	108,0	110,6	14-15	11927	47600				
16	107,6	110,7	15-16	11873					
17	107,0	110,7	16-17	11815	47140	187500	293800	1188600	
18	106,5	110,7	17-18	11754					
19	105,9	110,7	18-19	11689	46620				
20	104,6	110,7	19-20	11621					
21	104,0	110,7	20-21	11549	46040	182900	284800		
22	103,3	110,7	21-22	11473					
23	102,5	110,7	22-23	11395	45410				
24	101,8	110,8	23-24	11312					
25	101,0	110,8	24-25	11227	44730	177400	273700	1116900	
26	100,1	110,8	25-26	11138					
27	99,3	110,8	26-27	11045	43990				
28	98,4	110,8	27-28	10950					
29	97,4	110,8	28-29	10851	43200	171100	260500		
30	96,5	110,8	29-30	10748					
31	95,5	110,9	30-31	10643	42350				
32	94,5	110,9	31-32	10534					
33	93,5	110,9	32-33	10422	41460	163900	245300	1011500	
34	92,4	110,9	33-34	10307					
35	91,3	110,9	34-35	10188	40510				
36	90,2	111,0	35-36	10067					
37	89,0	111,0	36-37	9942	39510	159000	228200		
38	87,8	111,0	37-38	9814					
39	86,6	111,0	38-39	9684	38470				
40	85,4	111,0	39-40	9550					
41	84,1	111,0	40-41	9413	37370	147200	209400	875100	
42	82,9	111,1	41-42	9274					
43	81,5	111,1	42-43	9131	36230				
44	80,2	111,1	43-44	8986					
45	78,8	111,1	44-45	8838	35050	137700	188900		
46	77,5	111,1	45-46	8687					
47	76,1	111,2	46-47	8533	33820				
48	74,6	111,2	47-48	8377					
49	73,2	111,2	48-49	8218	32550	127600	166900		
50	71,7	111,2	49-50	8057					
51	70,2	111,2	50-51	7892	31240				
52	68,7	111,3	51-52	7726					
53	67,1	111,3	52-53	7557	29890	116800	143600	525300	
54	65,6	111,3	53-54	7386					
55	64,0	111,3	54-55	7212	28500				
56	62,4	111,3	55-56	7036					
57	60,8	111,4	56-57	6858	27070	105400	81000		
58	59,1	111,4	57-58	6677					
59	57,5	111,4	58-59	6495	25610				
60	55,8	111,4	59-60	6310					
61	54,1	111,4	60-61	6123	24120	93400	119100		
62	52,4	111,4	61-62	5935					
63	50,7	111,5	62-63	5744	22590				
64	48,9	111,5	63-64	5552					
65	47,2	111,5	64-65	5358	21040	81000			
66	45,4	111,5	65-66	5162					
67	43,6	111,5	66-67	4964	19460				
68	41,8	111,5	67-68	4765					

69	40,0	111,5	68-69	4564	17850			
70	38,2	111,6	69-70	4362		68200		
71	36,4	111,6	70-71	4158	16220			
72	34,5	111,6	71-72	3953				
73	32,6	111,6	72-73	3747	14570		93600	
74	30,8	111,6	73-74	3539		55000		
75	28,9	111,6	74-75	3331	12900			
76	27,0	111,6	75-76	3121				322000
77	25,1	111,6	76-77	2910	11220			
78	23,2	111,6	77-78	2699		41500	67400	
79	21,3	111,7	78-79	2486	9520			
80	19,4	111,7	79-80	2273				
81	17,5	111,7	80-81	2058	7800			
82	15,5	111,7	81-82	1844		27800		
83	13,6	111,7	82-83	1628	6080		40700	
84	11,7	111,7	83-84	1412				
85	9,7	111,7	84-85	1196	4350			
86	7,8	111,7	85-86	949		14000		108600
87	5,8	111,7	86-87	462	2610			
88	3,9	111,7	87-88	544			13600	
89	1,9	111,7	88-89	327	870			
90	0	111,7	89-90	109				

*) Площі полів дані з округленням

1.2.4. Вибір проекцій. Деякі загальноживані проекції

На вибір проекції для конкретної карти впливає ряд факторів, у першу чергу, призначення карти (вимоги споживачів) і просторові особливості території.

Насамперед, виходячи з призначення карти, встановлюють крайній характер спотворень. Карти використовувати для виміру азимутів і кутів, доцільно будувати в рівнокутних проекціях. Наприклад, для морських навігаційних карт застосовують циліндричну проекцію Меркатора, у якій лінія що перетинає меридіани на еліпсоїді під одним і тим самим кутом (так називана *локсодромія*), зображується прямою; судно, що тримає визначений курс (азимут) рухається за локсодромією. Рівнокутні проекції задовольняють запити багатьох споживачів. Однак при необхідності робити за картами виміри чи порівняння площ звертаються до проекцій рівновеликих. Коли надмірні спотворення кутів і площ однаково небажані (наприклад, на картах півкуль), беруть одну з довільних проекцій.

Для карт світу широко використовуються циліндричні і псевдоциліндричні проекції, що мають сітки з прямолінійними і паралельними один одному паралелями, що цінно при вивченні явищ широтної зональності.

Карти півкуль природно будувати в азимутальних проекціях. Для карт окремих материків застосовують переважно рівновелику косу азимутальну проекцію Ламберта з крапкою в центрі зображуваного материка.

Для Африки коса проекція замінюється екваторіальною. В азимутальній проекції найбільші спотворення в кутах прямокутної рамки.

Карти Росії, для країни в цілому складаються головним чином у нормальних конічних проекціях, рівно проміжних за меридіанами, розроблені В.В. Каврайським та Ф.Н. Красовським. В останнього -- дає трохи менше спотворення для крайніх північних районів СРСР.

При зображенні великих територій будь-яка проекція дає великі спотворення, тому стали застосовувати так називані «багатогранні проекції» (земний еліпсоїд замінюється багатогранником). У цьому випадку зображення практично вільно від спотворень, але при розгорненні поверхні на площині утворюються розриви. У випадку великомасштабної карти робота з великою кількістю аркушів через розриви утруднена. Тому після 1-ої Світової війни в багатьох країнах стали поступово вводити для топографічних карт рівнокутну поперечно-циліндричну проекцію, що добре зображує частини земної поверхні, що витягнуті уздовж меридіанів. При її застосуванні поверхня еліпсоїда розділяється меридіаном на зони, кожна з яких зображується на площині самостійно.

Таким чином, «багатогранна проекція» замінена «багатополосною». У нас цю проекцію називають проекцією Гаусса, а за кордоном, коли її обчислюють трохи іншим шля-

хом, вона відома як поперечна проекція Меркатора (на осьовому меридіані зон $\mu=1$, (міжнародне позначення проекції TM) чи універсальна проекція Меркатора.

Багатосмугова проекція створює розриви по краях зон, але дозволяє з'єднати в одне ціле аркуші усередині всієї зони і вважати в межах зони масштаб практично постійним.

1.2.5. Координатні сітки

Важливим елементом географічної карти є сітка координатних ліній – плоске зображення мережі відповідних ліній на земному еліпсоїді, побудоване в обраній для карти проекції. До найпоширеніших сіток, основних на дрібномасштабних картах належить **картографічна** – зображення мережі меридіанів і паралелей.

При всіх достоїнствах географічних сіток, їм властивий один недолік. Практичні задачі (нанесення на карту крапок за їх географічними координатами чи визначення координат крапок на картах) вирішуються відносно просто тільки на картах у циліндричних проекціях, у яких меридіани і паралелі утворюють 2 системи взаємно перпендикулярних рівнобіжних ліній. В інших проекціях з більш складними за видом картографічними сітками для вирішення зазначених завдань доводиться прибігати до допоміжних географічних видоудів й обчислень.

Тім часом при використанні топографічних карт для точної вказівки положення пунктів, швидкого розрахунку напрямків і відстаней і т.ін. необхідні прості дії, що можуть бути забезпечені **сіткою прямокутних координат**. Остання показується на сучасних топокартах додатково до картографічної сітки чи замість неї. З цієї метою на земному еліпсоїді вибирають 2 системи ліній, що в проекції топокарти зображуються сіткою квадратів.

У поперечній циліндричній рівнокутній проекції всіма прямокутних координат служать зображувані прямолінійно осьовий меридіан зони і екватор. Лініям сітки квадратів на карті відповідають на еліпсоїді дуги вертикалів, перпендикулярних осьовому меридіану, і дуги від перетину еліпсоїда площинами, рівнобіжними площині осьового меридіана

Абсциси x вважаються за вертикальними лініями сітки від екватора, ординати y – за горизонтальними лініями до сходу від осьового меридіана зони. Щоб виключити від'ємні ординати на топокартах СРСР умовно приймають ординату осьового меридіану рівною не нулю, а 500 км. Лінії сітки квадратів креслять через ціле число кілометрів, тому квадрати сітки прийнято називати кілометровими, а сітку – **кілометровою**.

Рахунок паралелей завжди ведуть від екватору, рахунок меридіанів – від початкового меридіану, за який за міжнародною згодою 1884 р. приймають меридіан Гринвіча, де знаходиться найстаріша астрономічна обсерваторія Англії.

У деяких країнах (Франція, Туреччина) іноді використовують картографічні сітки в десятковій системі виміру кутів, коли окружність поділяється не на 360° , а на 400° , названих **градями**. Кожен градус підрозділяється на 100 метричних хвилин, а кожна з останніх на 100 метричних секунд.

1.2.6. Масштаби

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

Це уточнення пов'язане з двома виправленнями:

- 1) за проектування лінії в горизонтальне положення;
- 2) за приведення до поверхні еліпсоїда.

Останнє виправлення пропорційне величині h/R , де h - середня висота лінії, R - радіус Землі. Для висот чи глибин менш 3 км це виправлення менш $1/2000$.

Як вже відзначалося масштаб постійний тільки на *плані* – великомасштабному зображенні обмеженої ділянки земної поверхні, коли можна не враховувати її кривини. На більш дрібних картах масштаб змінюється у залежності від напрямку, за винятком карт,

які побудовані в рівнокутних проєкціях. На картах вказується головний (загальний) масштаб, що дорівнює масштабу моделі земного еліпсоїда, зображуваного на площині.

У країнах, де прийнята метрична система мір, уживані масштаби представлені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2.

Масштаби, які уживані у країнах, де прийнята метрична система мір

Масштаб	1 см відповідає	1 см ² відповідає
1:5 000	50 м	$0,0025 \text{ км}^2 = 0,25 \text{ га}$
10 000	100 м	$0,010 \text{ км}^2 = 1 \text{ га}$
25 000	250 м	$0,0625 \text{ км}^2 = 6,25 \text{ га}$
50 000	500 м	$0,25 \text{ км}^2 = 25 \text{ га}$
100 000	1 км	$1,0 \text{ км}^2 = 100 \text{ га}$
200 000	2 км	$4 \text{ км}^2 = 400 \text{ га}$
300 000	3 км	$9 \text{ км}^2 = 900 \text{ га}$
500 000	5 км	$25 \text{ км}^2 = 2 500 \text{ га}$
1000 000	10 км	$100 \text{ км}^2 = 10 000 \text{ га}$

Деякі англійські карти ще зберігають англійську систему мір: 1 миля = 1,609 км = 5280 футів = 63360 дюймів. Таким чином, чисельний масштаб карти: 1 миля в 1 дюймі = 1: 63360 і т. ін.

На картах дореволюційної Росії, які нерідко застосовуються для порівняльного вивчення динаміки явищ, користувалися старими російськими мірами довжини: 1 верста = 1,067 км, 1 сажень = 2,134 м, дюйм = 2,54 см, зв'язані наступним співвідношенням: 1 верста = 500 сажень = 42000 дюймів (таблицю 1.3).

Таблиця 1.3

Масштаби дореволюційної Росії

Чисельний масштаб	1 дюйму на карті відповідає на місцевості
1:21 000	0,5 версти
42 000	1 верста
84 000	2
126 000	3
210 000	5
420 000	10
1 050 000	25
1 680 000	40
4 200 000	100 верст

Для зручності роботи на картах поміщають одночасно чисельний, іменованний і графічний масштаби. **Іменований**, вказує довжину на місцевості, що відповідає одиниці довжини на карті (у 1 см - 10 км).

Графічний, що полегшує виміри, креслиться на картах, коли відхилення часткових масштабів від головного невеликі. Для рівнокутних проєкцій, де масштаб змінюється із широтою, можна будувати шкали масштабів.

1.2.7. Вимір відстаней і площ за картами

При вимірі відстаней необхідно враховувати, що в результаті одержують довжини горизонтальних проєкцій ліній, а не довжини ліній на земній поверхні. Однак, при малих кутах нахилу різниця в довжині похилої лінії і її горизонтальної проєкції дуже мала і може не враховуватися. У гірських р-нах відстань на похилої поверхні можна обчислити за формулою: $S = d \cos \alpha$, де d – довжина горизонтальної проєкції лінії S , α – кут нахилу, обмірюваний за топокартами.

Для визначення довжини відрізка прямої між двома крапками в розчин циркуля-вимірника беруть з карти заданий відрізок, переносять на лінійний масштаб карти й одержують довжину лінії. Можна довжину лінії вимірювати за допомогою **курвіметра**.

Будь які виміри неминуче супроводжуються погрешностями (помилками). За їхнім походженням помилки підрозділяються на **грубі промахи** (виникають через неуважність

особи, що робить виміри), **систематичні помилки** (через погрішності мірних приладів і ін.), **випадкові помилки**, що не можуть бути цілком враховані (їх чинники не відомі).

Тому визначають найвірогідніше значення лінії. Таким значенням є арифметичне середнє з всіх окремих вимірів

$$x = (a_1 + a_2 + \dots + a_n) \div n = \frac{\sum a}{n}$$

де x – найвірогідніше значення обмірюваної величини, $a_1, a_2 \dots a_n$ – результати окремих вимірів; n – число вимірів. Чим більше вимірів, тим ближче вірогідніше значення до реальної величини A . Якщо припустити, що значення A відоме, то різниця між цією величиною і виміром a дасть істинну погрішність виміру $D = A - a$. Відношення погрішності виміру будь-якої величини A до її значення називається **відносною погрішністю** D/A . Ця, погрішність виражається у виді правильного дробу, де в знаменнику – частка помилки від вимірюваної величини, тобто $D/A = 1/(A:D)$.

Так, наприклад, при вимірі довжин кривих курвіметром виникає помилка вимірів порядку 1-2 %, тобто вона складає $1/100 - 1/50$ частину довжини вимірюваної лінії. Таким чином, при вимірі лінії довжиною 10 см можлива відносна помилка 1-2 мм. Ця величина в різних масштабах дає різні помилки в довжинах вимірюваних ліній. Так, на карті масштабу 1:10 000 - 2 мм відповідає 20 м, а на карті масштабу 1:1 000 000 - це буде 200 м. Звідси випливає, що більш точні результати вимірів виходять при використанні карт великих масштабів.

Визначення площ ділянок за топографічними картами засновано на геометричній залежності між площею фігури і її лінійних елементів. Масштаб площ дорівнює квадрату лінійного масштабу. Якщо сторони прямокутника на карті зменшені в n раз, то площа цієї фігури зменшується в n^2 разів.

Для карти масштабу 1:10 000 (1 см – 100 м) масштаб площ дорівнює $(1:10\,000)^2$ чи $1\text{ см}^2 (100\text{ м})^2$, тобто в $1\text{ см}^2 - 1\text{ га}$, а на карті масштабу 1:1 000 000 у $1\text{ см}^2 - 100\text{ км}^2$.

Для виміру площ за картами застосовують графічні та інструментальні способи. Застосування того чи іншого способу вимірів диктується формою вимірюваної ділянки, заданою точністю результатів вимірів, необхідною швидкістю одержання даних і наявністю необхідних приладів.

При вимірі площі ділянки з прямолінійними границями поділяють ділянку на прості геометричні фігури, вимірюють площу кожної з них геометричним способом і, підсумовуючи площі окремих ділянок, обчислених з урахуванням масштабу карти, одержують загальну площу об'єкта. Об'єкт із криволінійним контуром розбивають на геометричні фігури, попередньо спрямивши границі з таким розрахунком, щоб сума відсічених ділянок і сума надлишків взаємно компенсували один одного. Результати вимірів будуть до деякої міри наближеними. Вимір площ ділянок, що мають складну неправильну конфігурацію, частіше роблять за допомогою палеток і планіметрів, що дає найбільш точні результати. **Сіткова палетка** являє собою прозору пластину (із пластику, органічного скла чи кальки) з награвірованою чи накресленою сіткою квадратів. Палетку накладають на вимірюваний контур і по ній підраховують кількість кліток і їхніх частин, що виявляються усередині контуру. Частки неповних квадратиків оцінюються на око, тому для підвищення точності вимірів застосовуються палетки з дрібними квадратами (зі стороною 2-5 мм). Перед роботою на даній карті визначають площу одного осередку в поземельних мірах, тобто ціну ділення палетки.

Крім сіткових палеток, застосовуються **крапкові і рівнобіжні палетки**, що представляють собою прозорі пластини з награвірованими крапками чи лініями. Крапки ставляться в одному з кутів осередків сіткової палетки з відомою ціною розподілу, потім лінії сітки видаляють. Вага кожної крапки дорівнює ціні розподілу палетки. Площа вимірюваної ділянки визначається шляхом підрахунку кількості крапок, що опинилися усередині контуру, і множенням цієї кількості на вагу крапки.

1.2.8. Розграфка багатолістих карт. Компоновка.

Орієнтування картографічних сіток

Карті великих розмірів виготовлюються на багатьох листах. Система розподілу на листи називається **розграфкою карти**. Розрізняють прямокутну та трапецевидну розграфки.

За *прямокутною розграфкою* листи карти обмежують прямокутними рамками обраного розміру, що сполучаються з лініями сітки прямокутних координат або з системою довільних ліній, що паралельні або перпендикулярні одному з центральних меридіанів карти. Переваги: єдиний формат листів, можливість економічно використовувати стандартні розміри паперу, зручність з'єднання листів. Недоліки: дезорієнтування ліній меридіанів та паралелей відносно рамок листів та особлива розграфка для кожної карти, що перешкоджає сумісному використанню листів різних карт.

Трапецевидна (або градусна) розграфка використовує у якості рамок кожного листа лінії меридіанів та паралелей. Переваги: можливість незалежної побудови окремих листів, симетричне розташування меридіанів та паралелей відносно середнього меридіана листа; кожен лист як би самостійний. Але з цієї розграфкою пов'язана різниця у розмірах окремих листів.

Лінії, які безпосередньо обмежують картографічне зображення, називають *внутрішньою рамкою*. Часто її доповнюють *хвилинною (або градусною) рамкою*, яка зазвичай складається із двох близько розташованих паралельних ліній, на якій показано виходи проміжних меридіанів та паралелей. Часто креслять також *зовнішню рамку*, яка складається з ряду складних ліній або складного орнаменту для надання карті закінченого виду та для прикраси.

Визначення меж території, що картографується та її розташування відносно рамок, а також розміщення в середині рамок і на полях карти її назви, легенди і, якщо потрібно, допоміжних карт, графіків і т.ін. називають **компоновкою** карти.

Компоновка пов'язана з *орієнтуванням* картографічного зображення, тобто з положенням картографічної сітки відносно рамок карти.

Орієнтування карт змінювалось на різних етапах розвитку картографії. Багато середньовічних карт були накреслені так, що зверху розміщувався схід. Термін "орієнтування" походить від латинського слова, що означає "схід". Орієнтування на північ було введено в XIV ст. у *портоланах* (посібник, який в змозі допомогти судноплавцям в орієнтуванні поблизу берегів та у відкритому морі -- компас, навігаційні карти), а з XV ст. воно стає загальноприйнятим.

Орієнтування на північ не означає, що бокові сторони прямокутної рамки співпадають з напрямком північ -- південь, воно означає, що паралельно боковим рамкам розташовується один з центральних меридіанів карти.

1.2.9. Номенклатура багатолістих карт

Номенклатурою називають систему позначень листів багатолістої карти.

Виділяється 2 основні групи номенклатури багатолістих карт: довільні та пов'язані з координатними сітками. При довільній номенклатурі кожному листу надається порядковий номер або його позначення складається з індексів (букв, цифр) колони та пояса листів, у яких розташовано даний лист.

Номенклатури, що пов'язані з географічними і прямокутними координатами, безпосередньо визначають положення кожного листа. При градусній нарізці вони часто виходять з номенклатури міжнародної мільйонної карти, кожен лист якої покриває 4° по широті і 6° по довготі, при цьому рахунок рядів, що позначається латинськими буквами, йде в обидві боки від екватора, а рахунок колон, що нумеруються арабськими цифрами -- до сходу від меридіану 180° від Гринвіча. Розграфка і номенклатура українських карт виходить з міжнародної мільйонної карти.

Питання до самоконтролю

1. Дайте визначення картографії, як області науки, техніки та виробництва.
2. Наведіть структуру картографії.
3. Як картографія пов'язана з іншими науками?
4. Назвіть основні властивості географічних карт.
5. Якою фігурою замінюється в картографії математична поверхня Землі?
6. Що таке спотворення?
7. Що називають картографічною проекцією?
8. Для чого використовують умовні знаки?
9. Що називають картографічною генералізацією?
10. Які Ви знаєте картографічні зображення?
11. Дайте визначення картографії за Саліщевим К. А.
12. Перелічіть елементи географічної карти.
13. Дайте визначення поняття „картографічна проекція”.
14. За рахунок чого досягаються безперервність і однозначність зображення?
15. Що таке головний масштаб?
16. Які проекції називають рівнокутними?
17. Які проекції називають рівновеликими?
18. Які проекції називають рівно проміжні?
19. Принципи класифікації географічних карт.
20. Класифікація проекцій.
21. Що називають крапками і лініями нульових спотворень?
22. Що таке із околиці?
23. Наведіть формули для визначення розмірів спотворень на картах.
24. Назвіть загальноприйняті проекції для карт світу, півкуль, материків, України.
25. Що таке локсодромія?
26. Яка проекція за кордоном відповідає проекції Гауса?
27. Дайте визначення поняття „картографічна сітка”.
28. У яких країнах використовують картографічні сітки в десятковій системі виміру кутів?
29. Дайте визначення поняття „масштаб”.
30. Які виправлення необхідно врахувати для визначення масштабу?
31. Які уживали масштаби у країнах, де прийнята метрична система мір?
32. Якими старими російськими мірами довжини користувалися на картах дореволюційної Росії?
33. Які види масштабів розміщують на картах?
34. Назвіть способи виміру відстаней на картах.
35. На які види поділяються помилки при визначенні відстаней, площ та кутів за картами за походженням?
36. Як виміряти площі на картах?
37. Що таке разграфка багатолістих карт?
38. Які види разграфки розрізняють?
39. Що таке компоновка?
40. Як змінювалося орієнтування картографічних мереж у часі?
41. Що таке портолани?
42. Що називають номенклатурою багатолістих карт?

МОДУЛЬ 2. КАРТОГРАФІЧНІ ЗНАКИ І СПОСОБИ КАРТОГРАФІЧНОГО ЗОБРАЖЕННЯ. НАДПИСИ НА КАРТАХ

2.1. Картографічні знаки. Їх функції. Побудова знаків та знакових систем

Картографічними умовними знаками називають позначення різних об'єктів, що застосовуються на картах і їхніх характеристик. Картографічні знаки можуть мати предметне та смислове значення. Кожному знаку властиво визначене узагальнення, унаслідок чого смисловий зміст знака приймає форму поняття.

Картографічні знаки окремих об'єктів виконують 2 основні функції:

- 1) указують вид об'єктів і деякі їхні кількісні і якісні характеристики;
- 2) визначають просторове положення, планові розміри і форми цих об'єктів.

Сукупності знаків показують сполучення і взаємозв'язки об'єктів, формують просторовий образ явищ, дозволяють установлювати закономірності їхнього розміщення і таким чином дають нові знання понад суму інформації, укладеної в окремих знаках карти.

Властивість картографічних знаків – моделювати простір відображуваних об'єктів – визначає основний підрозділ знаків на:

- немасштабні, застосовувані для зображення об'єктів «крапкових» у натурі (пункти геодезичної мережі, покажчики доріг і т.п.) чи площі яких не виражають у масштабі карти;
- лінійні, уживані для об'єктів лінійного характеру (границі, дорожня мережа, ріки); вони зберігають подобу лінійних обрисів, але можуть перебільшувати ширину об'єкта;
- майданні, використовувані для заповнення площ, об'єктів, що виражаються в масштабі карти (ліс, плантації, солончаки і т. ін.) і обмежувані своїми контурами (обрисами зовнішньої границі): такі ж знаки використовуються для просторової диференціації явищ суцільних на земній поверхні (наприклад, кліматичних) чи в межах карти (наприклад, для ґрунтового покриву).

Особливу категорію утворюють знаки для характеристики явищ, відомих у сумарних величинах (чисельність населення, площа лісів) чи відносних показниках (щільність населення, відсоток орних земель), присвячених до ділянок якої-небудь територіальної мережі – адміністративного розподілу, регулярної сітки прямокутних координат і ін. Вони не ставлять метою показ реальної локалізації конкретних об'єктів.

Звернемося до побудови знаків. Графічні засоби, використовувані в картографії, дозволяють розрізняти (диференціювати) картографічні знаки за формою, величиною, кольором, орієнтуванням, світлотою і внутрішньою структурою (малюнком). Кольорові знаки можуть розрізнятися по насиченості кольору.

Значки, використовувані для немасштабних знаків зручно розрізняти за формою, величиною, кольором.

У лінійних знаках їхня форма (і орієнтування) визначає на карті просторове положення лінійних об'єктів. Для диференціації використовують ширину (величину), колір, малюнок (структуру) і, у меншому ступені, світлоту.

У майданних знаках, як заповнюючих контури позначення, можна оперувати розходженнями в їхній формі, величині, кольорі, орієнтуванні (штрихувань), світлоті і структурі, а також їхніми комбінаціями.

При побудові окремих знаків на карті необхідно враховувати: у немасштабних знаках дійсне положення об'єктів повинне збігатися з центрами знаків правильної форми (кіл, квадратів), серединою підстави наочних перспективних знаків (покажчика доріг, маяка і т. ін.) і т. ін.; у лінійних знаках воно вказується їх осьовими лініями; майданні розміщаються усередині відповідних контурів.

При аналізі і розробці картографічних знаків зручно класифікувати їх за **способами картографічного зображення**, що враховують характер розміщення і сутність картографічних явищ. До основних способів зображення відносяться: *значки, лінійні знаки, ізолінії, якісне та кількісне тло, локалізовані діаграми, крапковий спосіб, ареали, знаки руху (вектори).*

Особливі способи зображення – картодіаграми і картограми, які застосовують для картографування явищ у сумарних величинах чи відносних показниках, присвячених до сітки територіального розподілу. Роль картографічних знаків можуть виконувати також написи на картах.

2.2. Спосіб значків

Значки як особливий спосіб картографічного зображення використовуються для вказівки місця розташування об'єктів, що не виражаються в масштабі карти чи що займають площу, меншу, чим картографічний знак, і взагалі для передачі явищ, локалізованих по пунктах.

За своєю формою значки можуть бути геометричними, буквеними і наочними.

До геометричних значків відносять найпростіші геометричні фігури: коло, квадрат, трикутник і т. ін. На різних картах один і той же знак може мати різне значення.

Буквені – одна або дві початкові букви назви явища, що зображується, наприклад, Fe та Ni. Вони погано зіставляються за величиною. Зазвичай їх використовують, коли потрібно чітко виділити будь-яку категорію об'єкта (наприклад, родовище корисних копалин) серед інших (наприклад, промислових пунктів), що зображуються геометричними значками. Можуть бути вписані у фігури.

Наочні – за своїм малюнком уявно ототожнюються з об'єктами, що зображуються. Розрізняють: *символічні*, форма яких викликає будь-які асоціації з зображуємими об'єктами та *натуралістичні* (наприклад, автомобіль). Останні менш зручні для порівняння та локалізації об'єктів, вони громоздкі та грубі навіть на простіших картах. Однак, ці значки зустрічаються на масових картах – планах, де вони повинні кидатися у вічі, бути дохідливими та сприйматися з великої відстані.

Передача кількісних співвідношень через розмір значків може виконуватися на різних основах. Нерідко приймають площу значків пропорційною кількісній характеристиці (величині) відповідних об'єктів. Тоді лінійний розмір значка пропорційний кореню квадратному з числа, що характеризує величину об'єкта.

2.3. Спосіб лінійних знаків

Основне призначення способу – зображення строго лінійних об'єктів – ліній меридіанів та паралелей, різного роду границь, ліній зв'язку і т.ін., а також об'єктів лінійного простягання, що не відображуються за шириною в масштабі карти – річок, доріг, берегової зони моря і т. ін.

Основні засоби для передачі якісних та кількісних характеристик лінійних об'єктів заключено в малюнку, кольорі та ширині знаків. Використання ширини знака як кількісного та якісного показника часто призводить до немасштабного зображення.

На топокартах знаки розташовують так, щоб їх вісь співпала з дійсним положенням об'єктів (але зміщення неминуче при паралельному розташуванні двох чи більше немасштабних знаків, наприклад, залізниць та шосе). На тематичних картах, розташовуючи кольорову чи штрихову стрічку знака поряд, примикають її до лінії, що позначає положення об'єкта (берегова лінія), або навіть виносять її у бік.

2.4. Спосіб ізоліній. Псевдоізоліній

Ізолініями називають криві, що проходять на карті по крапкам з однаковими значеннями кількісного показника, який характеризує явище (наприклад, горизонталі чи ізогіпси, тобто лінії земної поверхні, які поєднують на земній поверхні крапки однакової висоти).

Будь-яка система ізоліній відображує поверхню реальну (рельєф місцевості) чи абстрактну (наприклад, поверхня річного шару опадів). Схема процесу побудови ізоліній наступна. Спочатку на карті відмічають пункти, на яких були визначені тим чи іншим способом величини явища, що зображується. Далі поєднують сусідні пункти прямими лініями і, вважаючи, що явище рівномірно змінюється, інтерполяцією знаходять на цих прямих крапки, в яких явище повинно виражатися в деяких поперед зазначених круглих чи цілих числах. Через рівнозначні крапки проводять плавні криві – ізолінії, які у залежності від виду явища носять особливі назви. Так, лінії, що поєднують крапки з однаковими магнітними схилами, називають ізогоналіями, з однаковими температурами – ізотермами.

Для правильної побудови ізоліній, особливо на картах дрібного масштабу, необхідно враховувати особливості картаграфуємого явища, уявляти загальні закономірності його розміщення і у ряді випадків враховувати зв'язки з іншими явищами, наприклад, рельєф з гідрографічною мережею при нанесенні горизонталей, температури повітря з рельєфом при побудові ізотерм і т. ін. Подібну інтерполяцію називають *географічною*.

Інтервал між ізолініями залежить від:

- 1) амплітуди коливання значення явища;
- 2) масштабу, призначення карти та детальності вихідних даних.

Зазвичай інтервал береться постійним, але це може виявитися невигідним для дрібномасштабних карт. Система ізоліній з перемінним інтервалом називається *шкалою ізоліній*. При використанні перемінного інтервалу важливо зберегти в шкалі ті ізолінії, які визначають якісні розбіжності у розміщенні картаграфуемого явища (для рельєфу - горизонталь 200 м - обмежує низовини).

У розривах та на кінцях ізоліній підписують відповідні чисельні значення. При багатокольоровім виданні проміжки між ізолініями зазвичай фарбують різними кольорами, змінюють їх світлоту та насиченість чи застосовують штриховку різного виду та сили, що робить карти більш наочними.

При пошаровому фарбуванні застосовують прийом різкої розбіжності кольорів на ізолінії, що визначає критичне значення явища (наприклад, зміна кольору на нульовій ізотермі - межа позитивної та від'ємної температур) Можливо застосування пошарового фарбування без ізоліній.

Кількісні дані, що застосовують для побудови ізоліній будь-якого вигляду, повинні бути співставлені та однорідними.

Для явищ, що позбавлені безперервності та поступовості, при побудові ізоліній, величини показника відносять до крапок, що розташовуються у геометричних центрах клітин чи відбирають з урахуванням особливостей розміщення явища у межах кожної площі (у "центрах тяжіння"). Для таких явищ втрачає силу припущення про поступовість зміни кількісного показника, що лежить у основі побудови ізоліній. Наприклад, перехід від щільності населення у межах міської риси, що дорівнює 500 чол/км², до щільності суміжного сільського району в 25 чол/км² може здійснюватися стрибком, наприклад, через лісопаркову, малозаселену зону. Тому, віднесення щільності міського населення до центра міста, а сільського - до центра сільського району та побудова між цими крапками ізоліній щільності у 400, 300 і т.ін. чол/км² уявляється чисто умовним.

Такі ізолінії слід називати **псевдо ізолініями**. Показники для їх побудови часто отримують в результаті статистичної обробки розподілу величин і тому, поверхню, яку утворюють псевдоізолінії, іноді називають *статистичними поверхнями*. Вони зручні для вивчення закономірностей просторового розміщення, взаємозв'язків та динаміки природних та соціально-економічних явищ, в частості, кореляції, т.с. взаємозалежностей, що не мають строго функціонального характеру.

2.5. Спосіб якісного та кількісного тла

Спосіб якісного тла показує підрозділ території на однорідні у якісному відношенні ділянки, що виділяють за тими чи іншими природними, економічними або політико-адміністративними ознаками. Він використовується для характеристики явищ суцільних на земній поверхні (наприклад, кліматичних), які займають на неї значні площі (наприклад, ґрунтового покриву) чи, що мають масове поширення.

Основний шлях диференціювання території - її підрозділ за типами місцевості у відповідності до прийнятої класифікації, наприклад, геоботанічної, ландшафтної і т.ін. Карти такого роду називають *типологічними*.

Інший шлях диференціації території - її *індивідуальне районування* - підрозділ на райони, що не повторюються (наприклад, фізико-географічні). Вони зазвичай описуються в легенді під особистими назвами.

Дві кольорові системи якісного тла не можуть перекривати один одного. Але можна сполучати фонову та штрихову системи та поєднувати, таким чином, на одній карті дві і навіть три системи якісного тла.

Спосіб кількісного тла застосовують для підрозділу (районування) території за визначеним кількісним показником, наприклад, модулем стоку, для чого карта розмежовується на ділянки відповідно встановленої шкали.

2.6. Спосіб локалізованих діаграм

Локалізовані діаграми (діаграми, що віднесені до визначених пунктів, точок та площ) переважно використовуються для характеристик сезонних та інших періодичних явищ: їх ходу, величини, тривалості, вірогідності. Поширені сюжети: річний хід температури, кількість опадів за місяцями, динаміка снігового покриву, розподіл річного стоку річок, напрям та сила вітрів і т.ін.

Локалізовані діаграми, що віднесені до крапок, надають дискретне зображення (характеристику) явищ суцільного чи лінійного поширення. В цьому заключається їх принципова різниця від способу значків, який застосовується для дискретних явищ, що зосереджені у визначених пунктах. Для способу локалізованих діаграм важливо обґрунтований вибір пунктів, що характеризують прилеглий простір (чи ділянки лінійного об'єкту).

2.7. Точковий спосіб

Точковий спосіб використовують для картографування масових розосереджених явищ, таких, як населення, особливо сільське, посівні площі і т.ін. точками однакового розміру, кожна з яких означає однакову кількість одиниць зображуемого явища та розташовуємих на карті відповідно фактичному розміщенню явища. В результаті на карту наносять деяку кількість точок, угруповання (щільність) яких дає наочну картину розміщення явища, а число точок дозволяє визначити його розміри (кількість об'єктів).

В точковому способі важливий цілеспрямований вибір "ваги" точки, т.е. встановлення кількості одиниць, що визначаються однією точкою. Вазі точки можна надавати одночасно абсолютне та відносне значення, встановлюючи його рівним визначеній частці, наприклад, 1 % загальної величини явища, що картографується.

2.8. Спосіб ареалів

Ареалом називають область поширення будь-якого явища, наприклад, виду рослини. За характером розміщення явище у межах свого ареалу може бути безперервним, суцільним (зледеніння) чи розсіяним (ареал бавовни).

Розрізняють ареали *абсолютні та відносні*. *Абсолютним* називають ареал, зовні якого дане явище, наприклад, де-який вид тварини, не зустрічається зовсім. *Відносний* ареал більш вузький – він охоплює територію, на якій теж явище має визначені властивості – наприклад, вид тварини (білка) має щільність поширення, достатню для промислового мисливства.

Для передачі ареалів на картах використовують різні прийоми: обмеження ареалів суцільною чи пунктирною лінією визначеного малюнку; фарбування ареалу; штриховка ареалу; рівномірне розміщення у межах ареалу штрихових знаків нерідко без вказання меж; вказання ареалу надписом, що розкинутий у його межах, чи окремим малюнком (наприклад, значок пінгвина для позначення колонії пінгвінів).

2.9. Спосіб знаків руху

Знаки руху служать для показу різних просторових переміщень, що відносяться до природних та соціально-економічних явищ (морські течії, переліти птахів, міграції населення і т. ін.). Знаки руху застосовують для явищ будь-яких за характером розміщення: для точкових (рух кораблів), лінійних (переміщення фронтів), площинних, розсіяних, суцільних. Відповідно до призначення карти та особливостей картографуемого явища за допомогою знаків руху можна показати шлях, спосіб, напрям, швидкість переміщення, якість, могутність та структуру рухомого явища.

Основним графічним способом для відображення руху та зв'язків служать *вектори*, т.е. спрямовані відрізки (стрілки), які можуть розрізнятися за орієнтовкою, формою, величиною, кольором, світлотою, внутрішньою структурою.

Інше поширене графічне средство – *стрічки (полоси)*, різна ширина яких визначає могутність потоків.

Знаки руху підрозділяються за передачею шляху – точною чи схематичною. Перші відносяться до залізниць, автомагістралей, водних шляхів і т.ін. Другі кресляться довільно між пунктами (чи районами) початку та кінця руху.

2.10. Картодіаграма

Картодіаграмою називають спосіб зображення розподілу будь-якого явища (його кількісного показника) діаграмою, яку розміщують на карті всередині одиниць територіального ділення (частіше всього адміністративного), що виражає сумарну величину явища у межах кожної територіальної одиниці. Використовують, наприклад, для початкового порівняння: виробництва чи (і) споживання нафти за країнами, продукції промисловості по областях (районах) в її натуральному чи ціннісному виразі, розміру площ – лісопокритих, орних і т.ін.

Картодіаграми ніби то відновлюють просторову локалізацію статистичних даних. Картодіаграма за зовнішнім виглядом нагадує спосіб значків, але за сутністю вони глибоко різні. Значки вказують пункти знаходження зображуваних об'єктів та не пов'язані з територіальним розподілом. Межі територіального розподілу на карті з значками можуть взагалі бути відсутні. Навпаки, картодіаграма без показу адміністративного чи іншого територіального розподілу неможлива. Діаграми не відносять до визначених пунктів, а виражають сумарну величину явища у межах окремих територіальних одиниць.

2.11. Картограма

Картограмою називають спосіб зображення середньої інтенсивності будь-якого явища у межах одиниць територіального розподілу.

На відміну від картодіаграм, для складання яких служать абсолютні величини, у картограмах використовують відносні показателі, що отримують в результаті розподілу двох рядків абсолютних величин, вирахованих для одних і тих же територіальних одиниць, чи з підрахунку дольових співвідношень.

Картограми прості у побудові та для сприяття. Але картограми не показують різниці в інтенсивності явищ всередині територіальних одиниць. Вони утворюють уявлення про рівномірний розподіл явища у межах кожної територіальної одиниці та про зміну інтенсивності на її границях. Між тим характер розміщення може сильно розрізнятися всередині окремих територіальних одиниць і у той же час залишатися майже незмінним при переході через межу.

Передача середньої інтенсивності картограмним способом становиться більш об'єктивною, коли мережа територіального розподілу відповідає природному районуванню явища.

ЗАВДАННЯ № 2

Опис засобів картографічного зображення

Мета роботи: вивчення засобів картографічного зображення.

Вихідні дані:

Географічний атлас.

Потрібно:

1. На заданих картах визначити та перелічити засоби картографічного зображення.
2. Вказати, який засіб використан щодо кожного типу об'єктів на карті.

Порядок виконання:

1. Ретельно вивчити задану викладачем карту. Виписати в таблицю 2 всі об'єкти, явища та процеси, що зображені на карті.
2. Для кожного з виписаних об'єктів, процесів та явищ визначити спосіб зображення та записати у таблицю 2.1.

Карта (назва) _____
 Масштаб _____
 Призначення _____

[illegible]

Крім того, горизонталі недостатні для відображення різких порушень рельєфу, наприклад, скалистих гребнів, тектонічних тріщин, обривів і т.ін.; не можуть відобразити мікроформи рельєфу та малопригодні для показу тих його елементів, у яких висота менш встановленого для карти січення; горизонталі, що застосовуються для характеристики поверхні непригодні для передачі внемасштабних об'єктів – скал, останців, курганів ям і т.ін., навіть якщо їх висота перевищує січення рельєфу.

Для передачі різких порушень рельєфу використовують спеціальні знаки, які показують основні структурні лінії рельєфу та дозволяють у сполученні з горизонталями судити про змінення висот у місцях порушень.

Для мікроформ застосовують спосіб ареалів: вказують зовнішній контур поширення мікроформ всередині якого розміщують штрихові знаки, що відповідають формам. Де-які з названих знаків, наприклад, пісків, відрізняються великою виразністю. При їх застосуванні слід не тільки виділяти площу поширення визначених форм, але і відображати закономірності їх розміщення; наприклад, орієнтування грядових пісків, барханів, дюн і т.ін.

Одиничні форми рельєфу, що не виражаються в масштабі карти, але суттєві з практичної точки зору як орієнтир, як перепона для руху, показують внемасштабними знаками. Колір знаків – коричневий або чорний – дозволяє розрізнити природні форми від форм, що утворилися завдяки діяльності людини.

Спеціальні позначення припускають відображення рухомих форм рельєфу, наприклад, барханів; нестійких форм, наприклад, оповзней; швидко розвиваючихся форм, наприклад, зростаючих ярів і т.ін.

Наочність зображення в горизонталях підвищується в результаті проміжків між горизонталями за визначеною кольоровою шкалою. Цей прийом, що визначає висотні зони рельєфу, називають *гіпсографічним пофарбуванням*. При розробці шкали гіпсометричного пофарбування суттєво, щоб:

- 1) східини шкали, точніше, їх кольори та відтінки чітко повинні розрізнитись між собою, але не повинні мати різких контрастів у суміжних зонах, щоб не створювати ложної уяви про схидчастість рельєфу;
- 2) колір усіх сходин шкали, незалежно від різноманітності фарб, повинен бути гармонійним (для зберігання цілісності сприйняття рельєфу);
- 3) пошарове пофарбування не повинно затінювати іншого змісту карти та повинен створювати ефект пластичності, випуклості рельєфу.

Стара гіпсометрична шкала, що отримала широке розповсюдження, основана на застосуванні відтінків зеленого кольору для низовин та коричневих для підвищень і гірських систем, але вона позбавлена пластичності – коричневий відтінок гір не сприймається виступаючим на зеленому фоні низовин.

Удосконалення традиційної зелено-коричневої шкали, спрямоване на надання їй пластичності за допомогою введення у верхніх східинах теплих тонів підвищуючоїся насиченості, призвело до заміни темно-коричневих тонів оранжевими та червоними; переходом до них від зелених сходин нерідко служить жовтий колір.

Кількість кольорових сходин в гіпсометричній шкалі зазвичай не перевищує 10 – 15. Пошарове пофарбування використовується переважно на картах дрібного масштаба зі шкалами, де величини січення зростають з висотою.

ЗАВДАННЯ № 3

Зображення рельєфу на топографічних картах

Мета роботи: отримати навички з зображення рельєфу на карті.

Потрібно:

Скласти рельєфну карту за заданими викладачем точками з висотними позначками.

Порядок виконання:

1. Визначити амплітуду коливання висот. Для цього необхідно визначити найменше та найбільше значення точки на заданій карті.
2. Поділити амплітуду висот на інтервали. Скласти шкалу висот. Кількість кольорових сходин в шкалі 10 – 15. Інтервал береться постійним.
2. Побудувати ізолінії. (Чернетка виконується олівцем) Поєднати сусідні пункти прямими лініями і, вважаючи, що висота рельєфу змінюється рівномірно, інтерполяцією знайти на цих прямих крапки, що відповідають східинам шкали. Через рівнозначні

крапки провести плавні криві – ізогіпси. У розривах та на кінцях ізоліній підписати відповідні чисельні значення.

3. Побудовані ізогіпси перенести на аркуш ватману (А4).
4. Проміжки між ізогіпсами розфарбувати у відповідності до шкали. Для фарбування застосовують розчин фарби. Розчином зеленої фарби зафарбувати всю площу, що входить до інтервалу від 0 до 500 м. Дати карті висохнути. Далі зафарбовується тим самим розчином площа, що знаходиться в інтервалі 0 – 500 м за виключенням верхньої сходни шкали. Знов карта повинна висохнути. Якщо різниця у віддітку верхньої сходни шкали та іншої території зовро відрізняються можна виключати наступну зверху сходину шкали. Якщо на карті є від'ємні позначки, то площа обмежена 0-ю ізогіпсою зафарбовується розчином синьої фарби за тією ж схемою.
5. Коли пошарове пофарбування завершено, можна переходити до підняття ізогіпс тушшю. Необхідно відразу наметити розриви ізогіпс, де будуть підписані значення горизонталей. Ізогіпси кресляться за допомогою ресфедера.
6. Підписати значення горизонталей у розривах та на кінцях, а також в легенді.

2.13. Відбір та передача географічних назв

Всебічне вивчення географічних назв – їх походження, смислове значення, змінення, написання і т.ін. -- складають предмет дисципліни *топонімики*, що використовує дані лінгвістики, історії та географії.

До відбору назв доводиться прибгати при багатоіменності географічних об'єктів, коли об'єкти мають два і де-кілька назв; таке часто трапляється при складанні карт, що зображують багатонаціональні держави.

Різноїменність характерна також багатьом об'єктам великого простягання, що розташовані у межах де-кількох держав.

Для карт України, видаваних на українській мові, обирають українські назви, що прийняті в офіційних виданнях. За відсутністю української назви, яка встановилась перевага віддасть національному.

Значні труднощі пов'язані з передачею іномовних географічних назв, т.е. з написанням географічних назв одної мови графічними засобами іншої мови з урахуванням фонетики і орфографії обох мов.

Труднощі виникають:

- 1) із-за різниці алфавитів;
- 2) із-за різного використання букв одного й того ж алфавита на різних мовах, всього 16-тю різними способами, але, головне
- 3) із-за неможливості передати істинне звучання (фонетику) багатьох іномовних назв засобами національного алфавита.

Для передачі іномовних назв можуть використовуватись 5 форм: *місцева офіційна, фонетична, транслітерація, традиційна, переводна*.

Місцева офіційна – написання назви на державній мові країни, на території якої знаходиться об'єкт, посредством прийнятого у цієї країні алфавита. Є прямим запозиченням, застосовується для країн, що використовують один алфавит.

Фонетична форма застосовується для воспроизведення за можливістю близького до дійсного звучання назви з використанням алфавита іншої мови (без введення яких-мабуть додаткових позначень).

Транслітерація – побуквенний перехід від одного алфавиту до іншого без урахування проізошення.

Традиційна форма – передача назви в формі, відмінній від оригінальної, як воно за традицією використовується в мові іншого народу (держави) в науковій, політичній та художній літературі.

К традиційним відносяться також оригінальні, частково українізовані назви в результаті, наприклад, присвоєння українського родового окінчення.

Переводна форма використовується перевод назви за зміслом.

2.14. Надписи на географічних картах

Географічні назви отримують особливе значення при роботі з картою на місцевості. Вони полегшують знаходження та опізнання необхідного об'єкта та виділення його з ряду інших, подібних йому і часто розташованих у безпосередній близькості. Назви можуть бути відсутні на них картах.

Інша різнообразна група надписів – *пояснювальні підписи*, що вказують вид чи род зображуваних на карті об'єктів, їх де-які характеристики і т.ін. До пояснювальних надписів відносяться:

- географічні терміни, що визначають род географічного об'єкта;
- указання якісних особливостей об'єктів, що не відображаються умовними знаками;
- кількісні характеристики об'єктів
- позначення хронологічних рамок чи дат;
- пояснення до ліній руху і знакам переміщення; особисті імена і назви, що не відносяться до географічних об'єктів;
- пояснення до ліній картографічної сітки.

Розміщення надписів підкоряється двом основним вимогам:

1. належність надписи до визначеного географічного об'єкта не повинно викликати сумніву;
2. надписи не повинні заслонювати собою суттєві деталі карти; разом з тим слідкують, щоб розміщення надписів в їх сукупності відобразило відносну щільність відповідних об'єктів на місцевості.

Шрифти, виконуючи роль картографічних знаків, можуть розрізнятися за формою (графічним малюнком), величиною (розміром), кольором, орієнтовкою (прямому чи похолому кресленню), світлоті.

Питання до самоконтролю

1. Що таке картографічні знаки?
2. Які функції виконують картографічні знаки?
3. Визначте основну властивість картографічних знаків.
4. На які категорії поділяються картографічні знаки?
5. За якими ознаками диференціюють картографічні знаки?
6. Як визначити дійсне положення об'єкту на карті за положенням картографічних знаків?
7. Назвіть основні способи зображення.
8. В яких випадках використовують спосіб значків?
9. На які види поділяються значки за формою?
10. Як може виконуватися передача кількісних співвідношень через розмір значків?
11. Яке призначення способу лінійних знаків?
12. Що таке ізолінія?
13. Поясніть схему процесу побудови ізоліній.
14. Від чого залежить інтервал між ізолініями?
15. Що таке псевдо ізолінія?
16. У яких випадках застосовують спосіб псевдо ізоліній?
17. Для яких явищ використовують спосіб якісного тла?
18. Чи можливо використовувати на одній карті дві кольорові системи якісного тла? Чому?
19. Для яких явищ застосовують спосіб кількісного тла?
20. Що таке локалізовані діаграми?
21. Чим відрізняється спосіб локалізованих діаграм від способу значків?
22. Для яких явищ використовують точковий спосіб?
23. Що таке „вага” точки у точковому способі?
24. Що таке ареал?
25. Які розрізняють арсали?
26. Які прийоми використовують для зображення ареалів?
27. У яких випадках застосовують спосіб знаків руху?
28. Які графічні способи використовують для відображення руху та зв'язків?
29. Як підрозділяються знаки руху за передачею шляху?
30. Що таке картодіаграма?
31. У чому полягає відмінність картодіаграм від способу значків?
32. Що таке картограма?
33. Чим картограма відрізняється від картодіаграми?

34. Які способи використовують для зображення рельєфу?
35. За допомогою яких способів виконується перспективне зображення рельєфу?
36. Як виконується зображення рельєфу за принципом різного кута освітлення?
37. Як виконується зображення рельєфу штрихами?
38. Що таке відмивка? Як вона виконується?
39. Якими кольорами користувались раніше та якими користуються зараз при гіпсометричному пофарбуванні рельєфу?
40. Які вимоги потрібно враховувати при розробці шкали гіпсометричного пофарбування?
41. У яких випадках доводиться прибгати до відбору назв об'єктів, що зображуються на картах?
42. Із-за чого виникають труднощі пов'язані з передачею іменних географічних назв?
43. Які форми використовуються для передачі іменних назв?
44. Яке значення мають географічні назви на картах?
45. Що таке пояснювальні підписи?
46. Яким вимогам підкоряється розміщення надписів?

МОДУЛЬ 3. КАРТОГРАФІЧНА ГЕНЕРАЛІЗАЦІЯ

3.1. Сутність і фактори генералізації

Картографічним зображенням притаманні основні риси моделей узагалі: відволікання від цілого для дослідження частини; спрощення, з відмовленням від безлічі характеристик і зв'язків і збереженням деяких, найбільш істотних; узагальнення з виділенням загальних ознак і властивостей і ін. Ці абстракції, що доцільно спрощують об'єкти дослідження (і картографічне зображення), сприяють більш глибокому пізнанню відображуваних сторін дійсності. Вони складають суть генералізації і її філософське тлумачення.

Термін «генералізація» походить від французького і позначає – узагальнення. Державний стандарт термінів визначає картографічну генералізацію як добір і узагальнення зображуваних на карті об'єктів відповідно призначенню і масштабу карти й особливостям картографіруемой території. Основний зміст генералізації – відображення картографуемой частини дійсності в її основних типових рисах і характерних особливостях.

У самому визначенні генералізації зазначені основні фактори, що на неї впливають: призначення карти, її масштаб і особливості картографуемой дійсності. До них варто ще приєднати тематику карти.

3.2. Види генералізації

Відбір явищ, що картографуються – це обмеження змісту карти необхідними явищами й об'єктами і виключення інших. *Цензи*, тобто границі відбору об'єктів різних категорій, нерідко визначаються кількісними і якісними показниками. Вони встановлюються подвійно: як виключаючи цензи, що визначають об'єкти, які усуваються з карти (наприклад, усі річки довжиною менш 1 см у масштабі карти), або як виборчі цензи, що вказують об'єкти, які обов'язково зберігаються на карті (наприклад, усі районні адміністративні центри).

Особливий шлях «математизації» відбору складається в розробці *норм відбору*, що вказують відповідно до щільності об'єктів на місцевості їхню «норму представництва», тобто кількість (чи частку) об'єктів, що зберігаються, наприклад, кількість населених пунктів, що наносяться у середньому на 1 дм² карти.

Їхнє принципове розходження: при цензовому доборі підхід до об'єктів індивідуальний (до об'єкта), норма ж відбору має статистичний сенс – визначення ступеня представництва сукупності об'єктів. Цензи і норми відбору встановлюють, виходячи з призначення і масштабу карт, а в межах однієї і тієї ж карти змінюють для різних географічних районів, щоб врахувати і відобразити на ній особливості розміщення картографуємих об'єктів.

Узагальнення кількісної характеристики складається у переході від безупинної шкали до східчастої і далі в укрупненні інтервалів (сходін), усередині яких змінюється кількісного показника, що характеризує дану категорію об'єктів, не знаходять на карті відображення.

Узагальнення якісної характеристики проводиться з метою скорочення числа якісних розходжень у даній категорії об'єктів. По-перше, за допомогою заміни дробових класифікацій узагальненими. По-друге, у результаті виключення низьких сходін класифікації.

Найбільш очевидний *геометричний бік генералізації*. Він складається у продуманому спрощенні планових обрисів зображуваних об'єктів – лінійних і майданих, при якому зберігаються особливості обрисів, характерні для даного об'єкта і що виділяють його істотні і (чи) необхідні ознаки з погляду на призначення карти.

Перехід від окремих об'єктів до їхніх збірних позначень виявляється в заміні знаків окремих об'єктів позначеннями узагальнюючого поняття, а також в об'єднанні об'єктів різних категорій загальним знаком.

Виділення окремих сторін генералізації має методичний сенс; воно дозволяє представити можливі шляхи генералізації; усі її сторони тісно зв'язані і невіддільні одна від іншої.

Серед ряду умов, необхідних для правильної генералізації, особливо важливе розуміння сутності зображуваних явищ і виконання генералізації з урахуванням основних вимог матеріалістичної діалектики. Насамперед обов'язковий облік зв'язків:

- між об'єктами, що входять в один з елементів змісту карти, наприклад, що належать до гідрографії (виключення невеликого за розміром озера, яке є ланкою водної системи, призводить до її розриву);
- між різними елементами змісту карти, наприклад між населеними пунктами і шляхами сполучення (усунення другорядних населених пунктів несе виключення місцевих шляхів, що зв'язують ці пункти з магістральними лініями);
- між елементами даної карти і навколишніх родинних карт, наприклад, між рельєфом, ґрунтами і рослинністю, зображеними на різних тематичних картах.

Генералізація на карті призводить до протиріч між вимогами геометричної точності і вимогами географічної вірності (географічної відповідності).

Геометрична точність карти, визначена за державним стандартом термінів як ступінь відповідності місця розташування крапок на карті їхньому місцю розташування в дійсності, припускає ізоморфність зображення, тобто можливо точний показ кожного об'єкта (явища) на своєму місці, у своїх дійсних планових обрисах і розмірах, що забезпечує правильне взаємне розташування об'єктів і зберігає відстані між ними, зрозуміло, у масштабі карти). Ця якість часто характеризується середніми (чи граничними) помилками в положенні на карті предметів і контурів місцевості.

Географічна точність (відповідність) обумовлює передачу дійсності в її головних, типових рисах, відображення просторових взаємозв'язків явищ і збереження їхньої географічної специфіки. Щоб реалізувати цю вимогу, у процесі генералізації на карті показують об'єкти і деталі, що зникають малі чи важко відтворюються в масштабі карти, але важливі за своїм значенням. Для цього використовують внемасштабні знаки чи перебільшують характерні деталі.

3.3. Про вплив картографічних знаків на генералізацію

Мінімальні розміри знаків залежать від двох факторів: здатності ока бачити і розрізняти знаки при читанні карти і почасти від технічної можливості їхнього виконання і відтворення.

З експериментальних даних випливає, що крапка видима при куті зору в 1' (лінійний розмір на відстані найкращого зору – 0,09 мм), лінія – при куті в 0,7' (тобто при ширині в 0,06 мм), заливий квадратик орієнтується при куті в 6' (0,5 мм), прозорий квадратик – при куті 7' (0,6 мм), виступ складної фігури (силуета) виразні при куті зору в 4-5' (0,3-0,4 мм). Дві тонкі рівнобіжні лінії здаються злитими при проміжку між ними в 2' (0,17 мм); жирні лінії розрізняються при трохи меншому просвіті. 0,15 мм; такий же просвіт мінімальний між суміжними залитими фігурами.

Однак для упевненого читання крапки у якості деталі знака її розмір збільшують до 2' (0,2 мм), у якості самостійного (при крапковому способі) до 6-7' (0,5-0,6 мм). Разом з гім розпис крапок (скажемо, у знаках пісків) сприймається в їхньому найтоншому малюнку. Лінійна величина геометричних і наочних знаків зазвичай перевищує 1 мм. Наприклад, на топокартах масштабу 1:10 000 найбільш уживаний розмір знаків 2-2,5 мм. В окремої лінії товщиною в 0,1 мм її звивини, що близькі до овалу чи окружності, читаються при діаметрі не менш 0,5 мм; кутастий малюнок розпізнається, коли його сторони досягають 0,6 - 0,7 мм; прогин лінії стає виразним при підставі в 0,6 0,7 м і глибині в 0,4 мм.

На мінімальній розмір контурів різних об'єктів, переданих зі збереженням властивих їм обрисів (конфігурацій), впливають багато факторів: вид позначень для характеристики площі контуру, значення об'єкта, визначеність границь об'єкта на місцевості, географічне оточення об'єкта й ін. Наприклад, коли об'єкт зображується залитим чи повним знаком, то для нього залишаються справедливі величини, зазначені вище для мінімальних розмірів фігур. Але якщо порожній контур (наприклад, озеро) заливається усередині фарбою, то його площа для сприйняття кольору треба збільшити принаймні до 1 мм². При передачі фонових розписів фігурними сітками мінімальний виділ встановлюється в 3-5 - 10 мм² і навіть більше у залежності від виду сітки. При розміщенні усередині контуру штрихових позначень ця межа піднімається набагато вище, наприклад, до 25 мм² для садів і різних плантацій на топокартах.

3.4. Генералізація явищ, що локалізовані по пунктах

Для картографування явищ, локалізованих по пунктах (у крапках), уживається спосіб значків. Узагальнення обрисів (контурів) – у цьому випадку утрачає своє значення. Але інші сторони генералізації – узагальнення кількісної і якісної характеристики, добір і заміна індивідуальних об'єктів збірними позначеннями – виявляються повною мірою.

Узагальнення кількісної характеристики виражається спочатку в переході від безупинної шкали величин до шкали східчастої, і далі - у скороченні числа інтервалів східчастої шкали.

Для узагальнення якісної характеристики використовують різні шляхи: відмовлення від передачі на карті деяких якісних особливостей зображуваних об'єктів; заміну видових понять родовими: перехід до систем вищого рівня ієрархії.

На добір локалізованих об'єктів впливають спосіб оформлення значків, необхідність супроводжувати значки підписами назв і, звичайно, навантаження карти іншими об'єктами, іншими за характером розміщення.

3.5. Генералізація явищ локалізованих на лініях

Звичайно передають способом лінійних знаків. Річки зображуються для наочності лініями, які поступово товщують, з переходом далі до зображення двома лініями з загальною шириною мінімум у 0,5 мм. Звідси очевидна неминучість узагальнення обрисів гідрографічної мережі, починаючи з карт великого масштабу. Узагальнення виявляється у виключенні незначних островів, малих вигинів, меандр нижчого порядку.

Перебільшення ширини лінійних знаків у порівнянні з розмірами відповідних об'єктів у масштабі карти звичайно для позначень шляхів сполучення.

У багатьох випадках доцільна навмисна схематизація лінійних обрисів, наприклад, ліній електропередач.

Узагальнення якісної характеристики в застосуванні до лінійних знаків найбільше очевидно в спрощенні класифікації картографуємих об'єктів.

Узагальнення кількісної характеристики лінійних об'єктів (водності річок, напруги ліній електропередачі) пов'язано, головним чином, з узагальненням використовуваних шкал, суть якого аналогічна узагальненню шкал для явищ, локалізованих по пунктах.

3.6. Генералізація явищ суцільного поширення і локалізованих на площях

Переважно використовується спосіб ізоліній і спосіб якісного тла. Стосовно до ізоліній генералізація виявляється в укрупненні інтервалів між ізолініями (тобто в узагальненні кількісної характеристики) і в узагальненні обрисів ізоліній. Узагальнення малюнка горизонталей не можна ототожнювати з механічним спрощенням окремих ліній. По суті, узагальнюються форми, передані системою горизонталей.

Генералізацію системи ізоліній можна будувати на принципах, використовуваних при узагальненні рельєфу.

По-перше укрупнюються інтервали між ізолініями, по-друге, узагальнюються малюнок ізоліній.

При використанні способу якісного тла генералізація виявляється насамперед в узагальненні класифікації зображуваного явища. У загальному випадку узагальнення можна представити як перехід від окремих об'єктів і їхніх деталей до видових і далі, родових понять, наприклад, на геоморфологічних картах – як перехід від деталей форм до зображення форм у цілому, далі до груп форм, типам рельєфу і т.ін.

При узагальненні явищ, зображуваних способом якісного тла, припустимо:

- в місцях скупчення дрібних ділянок (контурів) переходити до узагальненого позначення наступної сходини класифікації; виключати другорядні дрібні контури, поширюючи на них позначення переважливого контуру;
- перебільшувати окремі дрібні, але важливі контури до розмірів, що дозволяють зберегти їх на карті;
- поєднувати дрібні, одноякісні контури в більш великі, але зі збереженням співвідношення площ і відносної дрібності контурів.

У багатьох випадках необхідно зберегти вузькі смуги за рахунок деякого перебільшення їхньої ширини, наприклад, у заплави річкових долин, з якою пов'язані специфічні види ґрунтів, рослинності і т.ін., важливі для відображення на відповідних тематичних картах.

Можливості відображення дрібних контурів збільшуються: при заміні дрібних ділянок значками арсалу чи внемасштабними штриховими, що розроблюються поряд з позначеннями площі для кожної сходини класифікації; при введенні збірних позначень для типів чергувань дрібних контурів.

При генералізації явищ, картографічних за способом якісного тла, приділяють велику увагу також узагальненню границь ділянок з метою збереження властивого їм характеру природних обрисів.

3.7. Генералізація явищ розсіяного поширення

Тільки для цих явищ застосовується крапковий спосіб і разом з тим широко використовуються якісне тло, ареали, картодіаграми і картограми.

Генералізація при крапковому способі зводиться до збільшення ваг крапки, унаслідок чого можуть з'явитись труднощі у відображенні особливостей розміщення явищ у місцях їхньої слабкої концепції.

Генералізація ареалів найбільш очевидна в їхньому доборі й узагальненні границь.

Генерація в додатку до картодіаграм чи картограм здобуває особливий характер. Для цих способів використовують у порядку генералізації, по-перше, перехід до територіальної сітки більш високого рангу – від районного розподілу до обласного і т.ін.; по-друге, узагальнення кількісної й іноді якісної характеристик, наприклад, скорочення числа інтервалів у східчастій шкалі діаграмних знаків чи у картограмній шкалі інтенсивності.

3.8. Про генералізацію показників руху і зв'язків

При картографуванні переміщень і зв'язків широко використовуються усі види генералізації. Часто доцільно геометричне узагальнення планового малюнка, що полягає в схематизації ліній переміщень чи зв'язків зображуваних явищ.

Термін «галузева карта» частіше застосовується до соціально-економічних карт окремих галузей промисловості, сільського господарства, транспорту, обслуговування і т.ін.

Поняття широти тим, і, відповідно, належності карти до приватних чи загальних є відносним.

У залежності від прийому дослідження картографічних явищ розрізняють карти аналітичні і синтетичні. *Аналітичні* карти показують окремі сторони чи властивості явищ (процесів) відокремлено від цілого, без відображення зв'язків і взаємодій з іншими їхніми сторонами чи властивостями цих явищ. Такими є карти температури повітря, вітрів, опадів чи висотних зон, крутості схилів, розчленованості, що відтворюють ізольовано деякі риси клімату, рельєфу і т.ін.

Іноді аналітичні карти сполучають 2-3 взаємозалежні сторони явища (наприклад, тиск і вітри), утворюючи перехід до комплексних карт.

Навпроти, *синтетичні карти* дають цілісну, інтегральну характеристику явищ (процесів), при формуванні якої враховуються складові частини конкретного явища й існуючі між ними зв'язки. Такими є ландшафтні карти; карти кліматичного районування, на яких виділяються кліматичні області в сукупності декількох показників (температура, опади й ін.), але звичайно без їхнього зображення; карти районування сільського господарства, при розробці яких враховується виробнича спеціалізація господарства (за структурою товарної продукції), рівень їхньої інтенсивності і т.ін.

Синтетичні карти розрізняються за широтою предметного синтезу, що може бути обмежений одним строго визначеним явищем, наприклад, кліматом; або поширюватися на сукупність взаємозалежних явищ, наприклад, що характеризують природні умови і їхні територіальні розходження – або втягувати в синтез різноманітні явища для обліку їхнього спільного впливу на районування території в конкретних цілях, наприклад, за сприятливостю для розвитку визначеної галузі виробництва.

Особливу категорію складають комплексні багатогалузеві карти, що показують спільно кілька властивостей явища чи кілька взаємозалежних явищ, але роздільно, кожне у своїх показниках. До них належать, наприклад, синонітичні карти, що фіксують разом, але в особливих показниках всі основні метеорологічні елементи – тиск, температуру, напрямки і швидкість вітру, хмарність, опади і фронти – що характеризують у деякий момент часу погоду на великих просторах Землі.

Комплексні карти включають деяку сукупність взаємозалежних елементів системи, а синтетичні карти дають її цілісне просторове відображення.

Звертаючись до підрозділу карт за *ступенем об'єктивності (вірогідності)* інформації, насамперед варто виділити *документальні* карти, що показують реальні явища (факти, процеси) у результаті їхнього безпосереднього дослідження (виміру) у натурі.

Разом з тим мається багато карт, що містять *висновки й умовиводи*, що базуються не тільки на фактичному матеріалі, але і на уявленнях автора карти про сутність картографічних явищ, їхніх зв'язках і залежностях. Природно, що вірогідність таких карт багато в чому залежить від розуміння автором сутності картографічних явищ, від правильності ідей, суджень і логічного мислення. Ця передумова впливає на якість *гіпотетичних карт*, що складаються за недостатнім фактичним матеріалом на основі пропозицій про закономірності розміщення, взаємозв'язків і розвитку явищ. Такою є, наприклад, карта підлідного рельєфу Антарктиди. Нагромадження нових даних дозволяє проводити перевірку й уточнення раніше складених гіпотетичних карт.

До цих карт близькі за ідеєю *прогнози карти* (з науковим передбаченням яких-небудь явищ і процесів, що ще не існують чи не відомі).

На негативному полюсі оцінки карт за об'єктивністю знаходяться *тенденційні* карти, тобто упереджені, що підкріплюються підлеглою упередженою думкою, і карти, що включають у свій зміст свідомо перекручені чи вигадані елементи. Наприклад, карта подорожей апостола Павла.

До особливого типу карт, що швидко зростають у своєму значенні, належать *прикладні карти*, серед яких виділяють:

- *карти, що відображають (реєструють) сучасний стан природних умов, природних багатств, трудових ресурсів і т.ін. у класифікаціях і показниках, що відповідають вимогам визначеної галузі практики; для таких карт поки що в ході різні терміни – карти інвентаризаційні, констатаційні, реєстраційні;*

- *оцінні карти, що використовують цілеспрямовані класифікації і що оцінюють картографуємі явища для вирішення конкретних завдань, за економічною ефективністю можливого використання, за сприятливістю для життя людей і т.ін.).*

- *рекомендаційні карти, як розвиток оцінних карт, що просторово локалізують пропозиції (рекомендації) по охороні і поліпшенню навколишнього середовища, по раціональній експлуатації ресурсів і т.ін.*

- *прогнозні карти; теж входять у групу прикладних. Оцінка і рекомендації – це завжди передбачення змін у конкретних природних і соціально-економічних явищах: це зближає оцінні, рекомендаційні і прогнозні карти.*

Класифікація карт за тематикою (змістом) включає загальногеографічні і тематичні карти. Перші підрозділяються далі за масштабом. Тематичні карти класифікуються згідно структурної ієрархії геосистем. У першу чергу виділяють карти територіальних природних і виробничих систем, тобто фізико-географічні і соціально-економічні карти. Ці класи мають внутрішній розподіл на родові і потім видові поняття.

Природні системи в цілому відображаються на картах ландшафтів і фізико-географічного районування. На 1-ої сходинці підрозділу карти природні явища диференціюють за елементами геосистем, виділяючи таким чином, роди карт: геологічні, рельєфу, кліматичні, поверхневих вод суші, океанологічні, ґрунтові, рослинні, тваринного світу, особливий рід утворюють географічні карти земного магнетизму, гравіметричні й ін.

Соціально-економічні карти (карти суспільних явищ) включають наступні роди карт: населення, економічні, обслуговування і політико-адміністративні. Особливий рід карт суспільних явищ складають карти історичні, що показують різні історичні події і процеси, а також їхні причинно-наслідкові зв'язки.

Членування тематичних карт на 2 класи: природних і соціально-економічних карт – іноді розширюють за рахунок ще одного класу – технічних карт, до яких відносяться карти морські і річкові навігаційні, аеронавігаційні, космонавігаційні, проектні і багато чого інше. Але в цьому випадку підставою для виділення третього класу служить не стільки тематика, скільки призначення карт, що порушує строгість класифікації.

4.1.3. Географічні атласі – визначення, класифікація, особливості

Географічним атласом називають систематичний збір географічних карт, виконаний за загальною програмою як цілісний витвір. Він містить у собі систему карт, органічно пов'язаних між собою, що органічно доповнюють один одного, систему, обумовлену призначенням атласу й особливостями його використання.

За територією, що відображена на картах атласу, розрізняють: атласи світу, окремих континентів чи їхніх великих частин, держав; регіональні атласи – частин держав, областей і т.ін.; атласи міст.

Аналогічний підрозділ використовується для атласів акваторій – океанів і їхніх великих частин, морів і т.ін.

За змістом виділяють наступні атласи:

- загальногеографічні (Атлас світу)
- фізико-географічні, що відображають природні явища: вузькогалузеві, що містять одну тему карти (наприклад, ґрунтові атласи окремих округів США); комплексні галузеві (кліматичні атласи); комплексні міжгалузеві, що показують ряд взаємозалежних природних явищ (геолого-геофізичний атлас Індійського океану); комплексні, що охоплюють усі сторони природи (Фізико-географічний атлас світу)

- соціально-економічні з підрозділом, аналогічним для фізико-географічних атласів (наприклад, вузькогалузевий - атлас автомобільних доріг, комплексний галузевий - атлас сільського господарства, комплексний - атлас розвитку господарства і культури;
- загальні комплексні, що включають карти з фізичній, економічній і політичній географії і що дають багатобічну характеристику куртографусмої території.

Часто застосовують термін «тематичний атлас» відносячи його до галузевих природних і соціально-економічних атласів.

Атласи класифікують за призначенням - за пристосуванням до визначеного кола споживачів - виділяють атласи навчальні, науково-довідкові, туристичні, дорожні, військові і т.ін.

Для якості будь-якого географічного атласу особливо важлива його цілісність, що обумовлена повнотою і внутрішньою єдністю атласу.

Атлас повний, коли в ньому знаходять необхідне і достатнє висвітлення всі питання і всі теми, що випливають із призначення і задуму атласу.

Внутрішня єдність атласу має на увазі взаємодоповнюваність, погодженість і зручність співставлення карт, що входять в нього. Це забезпечують:

- 1) доцільний вибір і обмеження числа використовуваних проєкцій і масштабів;
- 2) спільність географічних основ родинних карт;
- 3) погодженість легенд різних карт у відношенні показників і детальності;
- 4) єдність установок генералізації;
- 5) взаємозв'язок способів зображення і систем картографічних знаків;
- 6) приуроченість змісту до визначеної дати;
- 7) логічна послідовність карт;
- 8) облік у процесі створення атласу взаємозв'язків між явищами, зображуваними на різних картах атласу.

Вимога єдиного і загального підходу до змісту всіх карт атласу, призводить до протиріч між інтересами атласу в цілому й інтересам його окремих карт, що задовольняються щонайкраще при обліку особливостей змісту конкретної карти і специфіки зображуваної на карті території.

Призначення атласу визначає його основні установки:

1. Зміст;
2. Структуру;
3. Обсяг атласу;
4. Формат аркушу.

Раніше атласи видавалися переплетеними у виді альбомів, але з 30-х років ХХ століття стали з'являтися атласи в розбірних шплетіннях, а потім і у футлярах з незбратшурованими аркушами. Великі атласи нерідко публікуються поступово, окремими випусками чи навіть окремими аркушами, що полегшує поширення атласу і використання великоформатних карт, але ускладнює збереження; крім того, карти зі змістом стосовним до різних дат, завдають шкоди єдності атласу.

Багато атласів, переважливо тематичні і комплексні, включають тексти, таблиці і довідково-статистичні зведення.

Щоб полегшити пошук необхідних об'єктів, атласи супроводжуються покажчиками географічних назв - алфавітними списками з позначенням місця розташування об'єктів, що вказуються.

4.2. Огляд основних карт і атласів. Інформація про карти. Аналіз карт.

4.2.1. Загальногеографічні карти й атласи

Усі топокарти готуються за єдиним і погодженим для карт різних масштабів вимогам і умовним знакам. Карти масштабу 1:25000 і 1:1000 000 є загальнодержавними. Усі карти масштабу 1:100 000 і дрібніше цілком охоплюють територію СНД і в міру спожи-

вання обновляються. Карта масштабу 1:25 000 забезпечує економічно важливі райони і також піддається відновленню. Енергійно розвиваються топоїзомки масштабів 1:10 000 і 1: 5000 для розробки генеральних планів міст і інженерної підготовки території. Топоп- лани масштабів 1:2000 і крупніше забезпечують у міру необхідності міста і селища і роз- робку технічних проектів різноманітних інженерних споруджень.

Усі топокарти в масштабах 1: 500 000 і крупніше готуються в рівнокутній попере- чно-циліндричній проекції Гаусса. Помилки в положенні опорних пунктів і вузлових кра- пок координатних мереж не повинні перевищувати $\pm 0,2$ мм. Середні помилки в плано- вому положенні чітких контурів (населених пунктів, доріг, постійної берегової мережі і т.ін.) щодо найближчих опорних пунктів і ліній координатної мережі допускаються до $\pm 0,5$ мм, а в гірських і пустельних районах - до $\pm 0,75$ мм. З теорії помилок випливає, що середні помилки в обмірюваних по карті відстанях між твердими контурами будуть у 1,4 рази більше.

Точність визначень висот за картами масштабів 1:10 000 – 1:1000 000 в основному залежить від середніх помилок, що допускаються в положенні горизонталей за висотою відносно найближчих крапок геодезичного обґрунтування.

На топопланах середні помилки не можуть бути більш 1/4 прийнятої висоти перети- ну рельєфу при кутах нахилу до 2° та 1/3 перетину при кутах $2-6^\circ$.

Граничні помилки не повинні перевищувати подвоєні значення зазначених вище се- редніх помилок, а кількість їх не може перевищувати 10% від загального числа контроль- них вимірів.

Таблиця 4.1. Середні помилки в положенні горизонталей за висотою відносно най- ближчих крапок геодезичного обґрунтування, м

Райони	Масштаби			
	1:10 000	1:25 000	1:50 000	1:100 000
Плоскорівинні	1	1	3	6
Рівнинні перетинанні і горби- сті з переважними кутами на- хилу до 6°	1	2	4	9
Гірські	Горизонталі повинні узгоджуватися з підписаними на кар- ті висотами і висотами на перегінах схилів.			

Топокартам України притаманні різнобічність і повнота характеристики місцевості, її відображення з урахуванням специфіки конкретних географічних ландшафтів, а також велика увага до передачі промислових, сільськогосподарських і соціально-культурних об'єктів.

Оглядово-топографічні карти масштабів 1:200 000 – 1:1000 000 застосовують, коли необхіден огляд значної території, але немає необхідності в урахуванні другорядних по- дробиць.

Особливості роботи з оглядовими картами, а саме спільне використання багатьох ар- кушів для вивчення великих територій і відсутність необхідності в точних вимірах спри- чиняють відмовлення від багатограних чи многострічних побудов, перехід до проекції, єдиної для всіх аркушів карти, і розподіл карти на аркуші прямокутної разграфки, зручної для загальної демонстрації карти.

Цінним довідковим джерелом з населених пунктів, шляхів сполучення, політико- адміністративного розподілу, гідрографії і рельєфу для загальногеографічних карт СНГ слу- житиме довідковий Атлас світу, 1967 р., що дає докладне зображення об'єктів і явищ (250 с., формату 50 x 31,5 см, у покажчику 200 тис. географічних назв; є 2 рівнобіжні видання – на російській і англійській мовах).

4.2.2. Топографічна вивченість суші. Карти світу масштабів 1:1000 000 і 1:2500 000

До територій, вивчених у топографічному відношенні відносять простори, для яких є великомасштабні карти, що базуються на систематичних топографічних зйомках.

За даними ООН на 1970 р. понад 50 % суші було охоплено топокартами в масштабах крупніше 1:100 000 і понад 80% у масштабах 1:250 000 і крупніше. Однак топографічна вивченість нерівномірна, вона краще в європейських країнах. Значні простори Африки і більша частина Південної Америки позбавлені докладних топокарт.

У 1891 р. на V Міжнародному географічному конгресі в Берні проф. Пенк висунув ідею складання однорідної карти всієї Землі в єдиній проекції, в одній легенді й однако- вому доборі змісту. Для неї був обраний масштаб 1: 1000 000, і вона одержала назву Між- народної мільйонної карти (близько 1000 номенклатурних аркушів покривають усі конти- ненти). При її виготовленні не вдалося досягти повної єдності складових її аркушів ні за обсягом змісту ні за характером генералізації. Крім того, ця карта не поширювалася на Світовий океан.

Тому в 1956 р. на сесії Економічної і соціальної ради ООН було поставлене питання про підготовку карти світу в масштабі 1:2500 000.

За змістом й оформленням карта масштабу 1:2500 000 відноситься до загальногео- графічних з гіпсомертичеським зображенням рельєфу і близька за навантаженням і зовніш- нім виглядом до карт того ж самого масштабу з радянського довідкового Атласу світу (1967). Градусна разграфка аркушів виходить із прийнятої для мільйонної карти, але про- екції їх різні. Кожен аркуш мільйонної карти будується самостійно у видозмінений поліко- нічній проекції. Такий прийом звільняє від відчутних спотворень, але за рахунок втрати безперервності зображення, що ускладнює з'єднання суміжних аркушів. Градусний розмір аркушів карти масштабу 1:2500 000 зовсім не дозволяє такого з'єднання. Тім часом масш- таб 1:2500 000 зручний для спільного огляду великих просторів Землі і рідше використо- вується для картометричних робіт. Тому для побудови карти масштабу 1:2500 000 земна поверхня розділена паралелями 0, 24 і 60° на шість зон (по три до півночі і півдня від ек- ватора), з яких кожна дає в цілісному зображенні: 4 – у рівнопроміжній конічній і 2 – у рівнопроміжній азимутальної проекції. У цілому карта масштабу 1:2500 000 включає 244 аркуша.

4.2.3. Морські карти

Спеціальні навігаційні (гідрографічні) карти для судоводіння до недавнього минуло- го панували серед морських карт. Але останнім часом інтенсивно розвиваються також 2 інших напрямки морської картографії: тематичне картографування відкритого моря і де- тальне картографування шельфу.

Морські навігаційні карти, що складаються традиційно в проекції Меркатора, зобра- жують з особливою повнотою і подробицею навігаційно-гідрографічні елементи:

- на море – берегову зону й осушку, тобто зону між найнижчим і найвищим рівнем води; рельєф морського дна за допомогою відміток глибин і ізобат, ґрунти морського дна за допомогою буквених знаків; навігаційні небезпеки – підводні й надводні (банки, міли- ни, рифи, скелі, камні, буруни, судна, що затонули і т.ін.); плинні постійні, перемінні і приливно-відливні (не на усіх картах); відмінювання компаса, його річна зміна, магнітні аномалії; навігаційне устаткування (плавучі маяки, буї віхи і т.ін.) форватери, канали, які- рні стоянки;

- на березі – характер берега (скелястий, стрімчастий, піщаний, з мангровими зарос- тями і т.ін.), що визначає приступність узбережжя з моря і можливість його упізнання; береговий рельєф (примітні підвищення, височини і т.ін.), використовуваний для впізн- ання берега і визначення місця корабля; навігаційне устаткування (маяки, вогні, створи і т.ін.); малі, хвилеломи, доки і т.ін.; предмети і будівлі на березі, що мають значення наві- гаційних орієнтирів.

У зв'язку з призначенням карт на них дається узагальнене зображення узбережжя тільки в межах його видимості чи радіолокаційного огляду з моря.

Поряд із сіткою меридіанів і паралелей на багато навігаційних карт додатково наносять спеціальні гіперболічні координатні сітки для визначення положення кораблів радіонавігаційними засобами. З тією же метою виділяються об'єкти, що відображуються на екранах локаторів.

У СНД підрозділяють навігаційні карти за призначенням і масштабом на чотири групи.

1. Плани в масштабах 1:25000 і крупніше, використовувані для входу в порти, гавані, при постановці на якор, а також для проєктування гідротехнічних споруджень.
2. Приватні карти в масштабах від 1:25000 і 1:75000, використовувані для планування в безпосередній близькості від берега, при проході вузкостями, коли курс судна визначається за місцевими предметами.
3. Шляхові карти в масштабах від 1:100 000 до 1:500 000, призначені для плавання уздовж узбереж, іноді з повною втратою видимості берега.
4. Генеральні карти в масштабах 1:500 000 і менше, застосовувані для вивчення умов плавання та при плаванні у відкритому морі.

У межах окремих морів чи широтних поясів карти звичайно зберігають загальний головний масштаб, що віднесено до середньої паралелі басейну (моря). Рамки всіх навігаційних карт, що є для басейну, і номери, привласнені картам позначаються на дрібномаштабній карті басейну, називаній збірним аркушем. З них можна судити про забезпечення басейну навігаційними картами і вибрати необхідні карти за номерами. Збірні аркуші мають у каталогах карт, видаваних гідрографічними службами, і містяться в лопії – керівництві для плавання, що містить опис навігаційних особливостей водних басейнів, який пояснює і доповнює навігаційні карти. Визначна особливість навігаційних карт складається в їх регулярному відновленні для приведення у відповідність до сучасного стану місцевості. Цей процес у відношенні навігаційних карт називають *коректурою*.

Найбільш повні, цілісні збори навігаційно-географічних карт Світового океану, його окремих районів, архіпелагів, проток, портів і т.д. містить Атлас океанів (том «Тихий океан», 1974 р.; том «Атлантичний і Індійський океани», 1977 р.; том «Північний Льодовитий океан», 1980 р.).

Зведеною роботою, що ґрунтується на узагальнюванні знань про рельєф дна Світового океану, служить генеральна батиметрична карта океанів в проєкції Меркатора, масштаб 1:10 000 000 по екватору, на 24 аркушах, розроблена з ініціативи VII Міжнародного географічного конгресу 1899 р., що вийшла в декількох виданнях і виконується тепер Міжнародною географічною організацією.

4.2.4. Тематичне картографування. Міжнародні тематичні карти

Сюжети тематичного картографування безмежні. Для вирішення багатьох задач народного господарства використовують різні тематичні карти.

Деякі види тематичного картографування, що базуються на польових зйомках, ведуться в державному масштабі й організовані в особливих службах. Такими є картографування геологічне, ґрунтове, лісове і сільськогосподарське.

Розглянемо геологічне картографування, необхідне для пошукових і гірськорозвідувальних робіт і, у загальному плані, для розвитку гірничодобувної промисловості, відноситься до головних завдань Міністерства геології. Значення геологічних карт визначається тим, що вони фіксують знання про геологічну будову земної кори і служать засобом для з'ясування закономірностей поширення корисних копалин. Основний вид цих карт – геолого-стратиграфічні; вони зображують геологічну будову місцевості за допомогою показу поширення на земній поверхні різних геологічних утворень. Для цього використовується спосіб якісного тла і лінійні знаки для позначення тектоничних порушень. Осадові і метаморфічні породи характеризуються за віком і не завжди за складом, магматичні – за походженням, складом і віком. Для всіх геологічних карт використовуються, по-перше, єдина

вікова класифікація з послідовним членуванням на групи (мезозой), системи (юрська), відділи, яруси, обрії; по-друге, єдине розчленення, у якому кожній системі привласнено визначений колір (наприклад, юрський – блакитний, крейдовий – зелений і т.ін.), а усередині системи відділи і яруси, відрізняються тонами того ж кольору, більш світлими для верхніх (більш молодих) підрозділів. На картах великого і середнього масштабу для показу складу осадових і метаморфічних порід застосовується друга система якісного тла у вигляді штрихувань.

Кліматичні карти дають приклад систематичного картографування країни, виконаного в камеральних умовах. Ці карти характеризують клімат і закономірності його формування, а також містять метеорологічні дані, призначені для використання в практиці: у сільсько-господарському виробництві, при проектуванні будівництва міст, водосховищ і т.ін., при розрахунках впливу клімату на умови роботи і життя населення і т.ін.

Кліматичні карти складають за кліматичними і агрокліматичними довідниками, що узагальнюють результати регулярних метеорологічних спостережень на державній мережі станцій і і постів. У кліматичній картографії СНД роль державних карт оглядового типу, що характеризують макрокліматичні особливості території, виконують кліматичні атласи, що зводять воедино й узагальнюють колосальні матеріали метеорологічних спостережень. Таким є 2-х томний Кліматичний атлас СРСР, виданий Головною геофізичною обсерваторією ім. А.І. Воейкова (1960-1962).

Для розвитку тематичної картографії і географії взагалі дуже важливі дрібномасштабні тематичні карти масштабів 1:2500 000 – 1:4000 000. Деякі з них можуть складатися безпосередньо за текстовими джерелами до виготовлення великомасштабних карт. Інші карти є зведенням різних картографічних джерел більш великих масштабів, нерідко різноякісних і не цілком забезпечуючих територію країни. Цінність таких карт крім безпосереднього задоволення конкретних наукових і (чи) практичних запитів складається в узагальненні різномірних матеріалів, зокрема зовсім обов'язкових для обґрунтованої розробки легенд і програм державних карт більш великих масштабів. Прикладами зведених робіт такого виду можуть бути Геоморфологічна карта європейської частини СРСР у масштабі 1:2500 000 (1970), карта поверхонь вирівнювання і кори вивітрювання в масштабі 1:2500 000 (1972).

Спочатку ініціатива створення міжнародних карт належала і дуже часто належить тепер міжнародним науковим конгресам і союзам.

З ініціативи світових геологічних конгресів з'явилася міжнародна геологічна карта Європи масштабу 1:1500 000 (1894). Серед інших карт можна назвати серію геологічних карт материків масштабу 1:500 000 – тектонічну, четвертинних відкладень, метаморфічну, металевогенічну і корисних копалин. Розробляються чи вже реалізуються проекти гідро-геологічної карти Європи масштабу 1:1500 000, геоморфологічної карти Європи масштабу 1:2500 000, ґрунтових карт Європи, масштабу 1:1000 000 і світу – 1:5000 000 і ін.

4.2.5. Комплексне картографування. Комплексні атласи світу, країн і регіонів

Комплексним картографуванням називають багатобічне і цілісне відображення дійсності картографічними засобами.

У комплексному картографуванні можна намітити 2 основних напрямки:

1) організаційно-незалежне, але програмно-координоване створення серій різних тематичних карт, що забезпечують їх порівнянність, взаємодоповнюваність і, отже, зручність спільного використання;

2) виготовлення комплексу карт, різних за змістом, але що надають у сукупності повну характеристику цілісної групи явищ, їхніх зв'язків і взаємозумовленості; до цієї групи картографічних добутків відносяться комплексні атласи.

Комплексне картографування може розрізнятися за широтою комплексу – від порівняно обмеженого кола явищ до повного картографічного зводу наукових знань з фізичної, економічної і соціальної географії; за територіальним охопленням – від карт ключових ділянок у де-кілька км² до огляду планети в цілому.

Капітальні комплексні атласи належать до основних і дуже важливих картографічних творів. За кордоном немає великих комплексних атласів світу, що порозумівається складністю і дорожнечою обробки величезної інформації, необхідної для їхнього складання.

Національні атласи окремих країн містять різнобічну характеристику природи; населення, економіки і культури країни. До теперішнього часу близько 50 держав видали чи поступово публікують свої атласи.

Іншу важливу групу комплексних атласів, що швидко зростає у своєму числі та значенні, утворюють великі *регіональні атласи*, тобто атласи частин держав.

Серед численних національних і регіональних атласів у географічному відношенні особливо цінні науково-довідкові видання.

4.2.6 Інформація про карти і літературу по картографії. Картобібліографія

Картографія включає в коло своїх завдань систематизацію і поширення інформації (тобто зведень) про карти для залучення і використання їх у всіх галузях наукової і практичної роботи. Інформаційна діяльність переслідує 2 основні мети:

- 1) швидко сповіщення зацікавлених установ і обличчя про нові картографічні твори;
- 2) довгострокове збереження інформації про існуючі карти і швидку її видачу в необхідний момент в оптимальному об'ємі в найбільш зручній для використання формі.

Картографічна бібліографія має на увазі видання різних показників, списків і оглядів карт. Для з'ясування характеру й особливостей картобібліографічних робіт найбільш істотна повнота опису окремих карт, територіальне охоплення, тематичні рамки і періодичність видання. Серед публікацій, що розрізняються за повнотою опису, відмітим тільки реєстраційні й анотовані показники.

Реєстраційні показники (списки) враховують наявні карти, дають повну швидку і своєчасну інформацію про знову видані карти чи карти, що надійшли. Вони містять за кожним витвором мінімум зведень необхідних для визначення (включаються відомості про територію, тематику, призначення і масштаб карти).

Антовані показники не обмежуються формальними даними і містять для всіх чи більшої частини карт їхні анотації – короткі зведення по змісту, призначенню й особливостям карти.

За територіальним охопленням показники можуть бути міжнародними, тобто, включати опис карт, видаваних у ряді країн чи навіть у світовому масштабі; національними, враховуючи карти, що випускаються в межах однієї держави; *краснознавчими* для карт, що вийшли на відповідній території чи що цю територію зображують.

За тематикою показники можуть охоплювати все різноманіття карт або обмежуватися їхніми визначеними видами, наприклад, геологічними, геоботанічними, загальногеографічними і т.ін., чи навіть їх підрозділами.

Нарешті, варто розрізняти видання *періодичні*, що з'являються у визначений термін, і *ретроспективні* (разові), що враховують карти, які вийшли за визначений проміжок часу.

Серед ретроспективних публікацій найбільше значення мають зведені бібліографічні праці, а також друковані каталоги найбільших картосховищ (бібліотека Академії наук у Санкт-Петербурзі, бібліотека Леніна в Москві, бібліотеки конгресу США й ін.).

Серед періодичних журналів назовемо радянський «Картографічний літопис» (видаваний Книжковою палатою, центром державної бібліографії СРСР)

В інформаційній діяльності здобуває велике значення нова область знання – інформатика, що вивчає структуру і загальні властивості наукової інформації і розробляє принципи, методи і засоби збору інформації, її обробки збереження і передачі. Бібліографія утворює її розділ.

Найважливішим джерелом інформації про нову картографічну літературу служить щомісячний «Реферативний журнал. Географія». У розділі «Картографія» цього журналу дається кожен місяць близько 100 рефератів на книги і статті з картографії, систематизованих за галузями географічної науки.

Особливий вид інформаційної діяльності представляє науково-інформаційна література як переробка первинних наукових публікацій і коротка інформація про нові дослідження.

Такі, наприклад, зведені аналітичні огляди літератури, що висвітлюють стан справи і перспективи за основними галузями і проблемами картографії, що видаються (починаючи з 1964 р.) один раз у 2 роки в спеціальних збірниках ВІНІТ «Підсумки науки і техніки. Картографія», вони систематизують, узагальнюють і доповнюють матеріали «Реферативного журналу». Відзначимо також «Огляд» і «Реферативні збірники» науково-дослідницького інститута геодезії, аерознімання і картографії, у яких аналізується література за окремими проблемами картографії, приводяться зведення про нові прилади, технологічні процеси, а також містяться реферати про нові дослідження, що виконуються у системі головного керування геодезії і картографії. (ГУГК)

Спеціальним сховищем служить центральний картографо-геодезичний фонд ГУГК, що займається збором, систематизацією і збереженням топографічних карт і взагалі матеріалів геодезичних і знімальних робіт.

4.2.7. Аналіз і оцінка карт. Критерії оцінки. Методи аналізу й оцінки

Якість карти визначають: її зміст — повнота і відповідність дійсності, точність сучасність, масштаб і інші елементи математичної основи (доцільність їхнього вибору), оформлення (досконалість образотворчих засобів), а в цілому наукова обґрунтованість і ідейна спрямованість карти.

Як відомо, від масштабу карти залежать точність картографічних визначень, повнота і подробиця змісту, а також крупність зображення. Географу приходить з'ясувати, який масштаб забезпечує необхідну точність вимірів довжин чи площ, можливість відображення на карті визначених об'єктів і т.ін.

Розглянемо зв'язок між масштабом і заданою точністю вимірів координат і відстаней. Відповідно до основних положень по створенню топокарт середні помилки в положенні на карті предметів і контурів місцевості не повинні перевищувати 0,5 мм, а в гірських і високогірних районах — 0,75 мм, причому як граничні помилки приймаються вдвоєні значення середніх. Це значить, що середні помилки m_k і m_d у визначенні координат окремих крапок і відстані між ними за картами рівнинних територій будуть рівні:

$$m_k = \pm 0,5 \text{ N мм} = 0,0005 \text{ N м} \quad (1)$$

i

$$m_d = \pm 0,5 \sqrt{2} \text{ N мм} = \pm 0,7 \text{ N мм} = \pm 0,0007 \text{ N м} \quad (2)$$

$$\text{відкіля } N = 2000 \text{ } m_k \text{ м} = 1420 \text{ } m_d \text{ м,} \quad (3)$$

де N — знаменник чисельного масштабу. Остання формула дозволяє визначити найменший масштаб, що забезпечує необхідну точність вимірів. Наприклад, якщо середня помилка визначення координат за картою не повинна перевищувати ± 100 м, то $N = 200\,000$.

Отже, карта масштабу 1:200 000 (і крупніше) задовольняє поставленій умові.

Розглянемо тепер зв'язок між масштабом карти і точністю визначення площ. Відомо, що середня квадратична помилка m_p визначення площі за картою залежить від розміру ділянки P в масштабі карти, причому з його зменшенням помилка m_p/P визначення площі зростає.

Оцінка повноти змісту карти, тобто різнобічності до обсягу укладеної в ній інформації, має на меті з'ясувати, наскільки задовольняють мети, для якої залучається карта: перелік елементів змісту карти, вибор ознак для класифікації кожного з цих елементів, відповідність класифікації; належне співвідношення між окремими елементами карти в зале-

жності від їхнього значення; цілісність обраних способів зображення; загальний обсяг інформації.

Аналіз повноти карти як би відповідає на запитання, що нанесено на карту. Інші питання – наскільки правдиво показана дійсність, наскільки правильно передані типові риси і характерні особливості картографуємих явищ і відображені їхні взаємозв'язки. Відповідь на це повинен дати *аналіз фактичної відповідності дійсності*, аналіз якості генералізації.

Щоб судити про відповідність карти дійсності, треба знати цю дійсність, чітко усвідомити характер зображеної на карті території (явищ). Шлях до цього – вивчення географічної і спеціальний (за темою карти) літератури, а також інших географічних карт.

Під сучасністю карти звичайно розуміють її відповідність поточної дійсності.

Оцінка якості оформлення, тобто залучених на карті образотворчих засобів, має на меті з'ясувати «читаність» карти – легкість і швидкість сприйняття укладеної в карті інформації, а також визначити економічність використаних засобів і їх естетичну гідність. Особливо істотна *загальна наочність карти*, тобто можливість безпосереднього зорового сприйняття просторових форм, розмірів і розміщення зображуваних об'єктів. На читаемость карти впливає ряд факторів: наочність окремих знаків, їхнє розрізнення, логічні зв'язки між знаками, а також загальне географічне навантаження.

Під наочністю знаків розуміють їх приступність для безпосереднього впізнання по зоровій чи логічній асоціації з об'єктами природи.

Розрізнення позначень, що припускає їх безпосередню зорову диференціацію, багато в чому залежить від простоти і чіткості штрихових знаків, належного контрасту фарб, нових роздвічень і штрихувань.

Логічні зв'язки знаків виявляються в спільності і співпідпорядкованості знаків і роздвічень об'єктів родинних категорій. Логічно продумане оформлення забезпечує *виразність карти*, тобто опуклу подачу і висування на перший план основних елементів головних об'єктів змісту. Це досягається за допомогою використання для них відносно великих знаків і насичених яскравих фарб.

Загальне графічне навантаження карти, виражене в долях площі, що зайнята штриховими знаками і написами по відношенню до загальної площі картографічного зображення, повинна залишатися в деяких оптимальних межах, що встановлюються особливо для різного виду карт.

При аналізі географічних карт необхідно з'ясувати їх *наукову й ідеологічну цінність*. Аналіз ідеологічних достоїнств карти має на увазі визначення й оцінку соціальної і політичної мети карти. Ідеї і погляди автора можуть знаходити прояв у будь-якому елементі, у будь-якій особливості карти. Тому їх варто з'ясувати і враховувати при аналізі карти за всіма розглянутими вище категоріями. Але цього мало. Соціальна і політична спрямованість карти повинна особливо привернути увагу в підсумковій завершальній частині аналізу. Карта може не викликати серйозних зауважень при її аналізі за окремими критеріями (повноти, сучасності й ін.), але виявляється тенденційною, несприйнятною в політичних відносинах. Відомі численні випадки тенденційної подачі змісту на етнографічних картах, що склалися для обґрунтування державних кордонів при їхньому визначенні по переважній національній приналежності населення.

Оцінка карти ґрунтується на її детальному вивченні і всебічному аналізі. Аналіз починається після загального ознайомлення з картою з математичних елементів проєкції, масштабу і компонування. Потім вивчається легенда, після чого уважно читається сама карта, спочатку за окремими її елементами, далі комплексно. При комплексному читанні виявляють зв'язки, взаємну погодженість і «питому вагу» усіх елементів карти і визначають остаточно обсяг і повноту зведень, що повідомляються картою.

Питання до самоконтролю

1. За якими ознаками розрізняють географічні карти?
2. Яким вимогам повинна задовольняти кожна картографічна класифікація?
3. Класифікація карт за масштабом.
4. Територіальна класифікація карт.

5. Класифікація карт за призначенням.
6. Які розрізняють типи карт?
7. Що таке апалітичні карти?
8. Що таке синтетичні карти?
9. Чим комплексні багатогалузеві карти відрізняються від синтетичних карт?
10. Які типи карт виділяються за ступенем об'єктивності (вірогідності) інформації?
11. Що таке тенденційні карти?
12. Які карти належать до типу прикладних?
13. Дайте визначення поняття „географічний атлас”.
14. Які атласи розрізняють за територією, що відображена на картах атласу?
15. Які атласи виділяються за змістом?
16. Що визначає цілісність атласу?
17. За яких умов атлас можна вважати повним?
18. Якими чинниками визнається внутрішня єдність атласу?
19. Назвіть основні установки атласу, які визначаються його призначенням?
20. Як відрізняється точність зображення об'єктів на картах різних масштабів?
21. Яка частина світу має карта масштабу 1 : 250 000?
22. Коли і ким була висунута ідея створення Міжнародної мільйонної карти світу?
23. Назвіть види морських карт.
24. В якій проекції складаються морські карти?
25. На які групи підрозділяють навігаційні карти за призначенням і масштабом?
26. Що таке коректура карти?
27. Назвіть проекцію, об'єм, масштаб генеральної батиметричної карти океанів. Коли і ким вона розроблена?
28. Що таке тематичне картографування?
29. Що таке комплексне картографування?
30. Назвіть напрямки комплексного картографування.
31. Що таке картографічна бібліографія?
32. Що таке реєстраційні показники?
33. Що таке анотовані показники?
34. Які показники визначають якість карти?
35. У чому полягає оцінка повноти змісту карти?
36. У чому полягає аналіз наукових та ідеологічних цінностей карти?

МОДУЛЬ 5. ПРОЕКТУВАННЯ І СКЛАДАННЯ КАРТ. ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОГРАФІЧНИХ КАРТ ЯК ЗАСОБУ НАУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ.

5.1. Проектування і складання карт

Географ не тільки користується готовими картами, але і постійно звертається у своїй діяльності до їхнього створення. Знання процесів виготовлення географічних карт дозволяє географу враховувати у своїй роботі особливості карт, давати обґрунтовані завдання на виготовлення необхідних йому карт, нерідко виконувати для таких карт авторську роботу і готувати ескізи карт.

Географічні карти одержують 2 методами: за допомогою польових зйомок і обробки їхніх матеріалів; у лабораторних чи кабінетних умовах у результаті обробки різноманітних джерел, що можуть включати матеріали попередніх астрономо-геодезичних, знімальних, картографічних і інших спеціальних робіт.

Зйомки (чи польове картографування) складаються з дослідження явищ (об'єктів) у природі на місцевості, що картографуються.

Суть лабораторного виготовлення карт полягає в зведенні, узагальненні і синтезі відповідних джерел з метою створення нових просторових образно-знакових моделей дійсності, призначених для вирішення конкретних завдань. Успішну розробку всякої карти визначають 2 умови: 1) правильна постановка завдання, яка заснована на обліку призначення карти і на глибокому розумінні істоти й особливостей картографуємих явищ; 2) уміла побудова моделі за принципами, правилами і нормами картографічної науки.

Проектування карти складається з розробки документації, необхідної для організації і виконання всіх робіт з виготовлення оригіналу карти і коли це необхідно, по її розмноженню. *Складання карти* має на меті географічну побудову оригіналу карти.

Основним результатом проектування є *програма карти* – документ, що встановлює призначення, вид і тип карти, її математичну основу, зміст, принципи генералізації, способи генералізації, способи зображення і систему графічних символів, джерела і порядок їхнього використання, а також технологію виготовлення карти. Програма, доповнена технічними й економічними розрахунками, кошторисами і т.ін., утворюють *проект карти*.

У загальному випадку в програмах:

- відзначають елементи, що наносяться цілком; формують основні принципи добору інших елементів змісту відповідно їх величин чи (і) значення;
- указують елементи й об'єкти, що зберігаються у виняткових випадках;
- установлюють бажану подробицю в передачі об'єктів за кожним елементом карти.

5.2. Застосування географічних карт як засобу наукового дослідження

5.2.1. Сутність проблеми. Поняття про картографічний метод дослідження

Картографічним методом дослідження називається використання карт для наукового опису, аналізу і пізнання явищ. Його суть складається у включенні в процес дослідження дійсності проміжної ланки – географічної карти як моделі досліджуваних явищ. При цьому карта виступає в двоякій ролі: як засіб дослідження і як його предмет у вигляді моделі, що замінює собою реальні явища, безпосереднє вивчення яких неможливого чи скрутне.

В основі картографічного методу дослідження лежить більш широке уявлення про картографічний метод пізнання дійсності. Останній складається з 4 послідовних стадій картографування і використання карт: 1) одержання інформації I_1 у результаті спостережень явищ D_1 , як деякої частини дійсності D ; 2) обробка інформації I_1 і побудова карти K – просторової образно-знакової моделі досліджуваної частини дійсності; 3) вивчення карти K для витягу з неї інформації I_2 про відбиті на карті явища, якщо треба з додатковою обробкою одержуваних за картою даних; використання отриманої інформації, із залученням наявних у дослідника знань і досвіду, для формування нового уявлення D_2 про модельовану у виді карти частину реального світу. Дуже важливо, що на 2, 3 і 4-й стадіях відбувається не тільки відключення зайвої інформації, але разом з тим придбання нових знань у результаті обробки інформації, а також індуктивних і дедуктивних умовиводів. Справді, виготовлення карт призводить до якісного просторового образу дійсності; його аналіз способами картографічного методу дослідження дає істотно нову інформацію про відображені на карті явища. Складання і використання карти подає інформацію понад тієї, за якою спочатку будувалася карта.

У картографічному методі пізнання дійсності закономірно розрізняти *польове і лабораторне картографування і дослідження з готових карт* для одержання нових знань про досліджувану частину дійсності. Внутрішнє членування картографічного методу пізнання дійсності важливо й в іншому відношенні: польове і камеральне картографування входять цілком у компетенцію професійних картографів і фахівців у відповідних галузях тематичної картографії.

5.2.2. Основні способи аналізу при картографічному методі дослідження

Для вивчення явищ за їхніми зображеннями на картах використовуються різні способи аналізу, серед яких поширені: 1) візуальний аналіз; 2) картометричне дослідження; 3) графічний аналіз; 4) математико-статистичний аналіз; 5) математичне моделювання; 6) прийоми теорії інформації й ін.

5.2.3. Спільне використання і перетворення карт при картографічному методі дослідження

Спільний аналіз карт різної тематики широко використовується для вивчення взаємозв'язків, наприклад, між рельєфом, ґрунтами і рослинністю. Він дозволяє встановити просторову відповідність явищ і тим самим дає конкретним наукам і практиці основу для подальших досліджень по виявленню причинно-наслідкових зв'язків. Дуже продуктивний спільний аналіз карт свідомо взаємозалежних явищ, наприклад, опадів, поверхневого стоку і випаровуваності, що дозволяє охарактеризувати водний баланс території, її збодження, поповнення підземних вод і т.ін. Найпростіший спосіб зіставлення карт – візуальний. Більш точний результат дає сполучення карт, наприклад, за допомогою оптичного проектора.

Спільний аналіз різночасних карт, що показують зміни в просторовому положенні і стані явищ, відкриває шлях до вивчення динаміки і розвитку досліджуваних геосистем чи їхніх елементів. Інтервали різночасних карт установлюють згідно характеру досліджуваних явищ: при аналізі синоптичних процесів за картами інтервали обмежуються годинами, а при вивченні вікових рухів земної кори зростають до десятків років чи навіть до сторіч. При зіставленні різночасних карт виявляються зміни в просторовому положенні явищ; зміни в стані явищ; заміщення одних явищ іншими; ритми сезонних і ін. періодичних явищ.

Застосування картографічного методу дослідження може бути пов'язане з перетворенням карт для одержання виробничих картографічних зображень, спеціально призначених і зручних для аналізу з конкретними цілями. Завдання перетворення різні:

- зпрошення карт за допомогою збереження на них тільки тих елементів чи показників, що корисні для конкретного аналізу;
- перехід до узагальнених зображень, що оголюють головні риси об'єктів;
- введення в карти нових показників, краще задовольняючих інтереси проведеного дослідження, наприклад, заміна абсолютних величин відносними показниками, що полегшують зіставлення явищ різної розмірності;
- заміна одних способів зображення іншими, більш зручними для порівняльного аналізу, для застосування електронно-обчислювальної техніки.

5.2.4. Вивчення по картах розміщення і взаємозв'язків явищ

Особливо ефективне використання карт для встановлення просторових зв'язків явищ – їхніх співвідношень, сполучень і залежностей.

Для кількісної характеристики зв'язків явищ, коли ці зв'язки не строго функціональні, прибігають до обчислення кореляційних залежностей переважно за вибірками, що знімаються з карт. Наприклад, у випадках прямолінійного зв'язку між двома досліджуваними явищами сила зв'язку знаходиться обчисленням коефіцієнта кореляції r :

$$r = \frac{\sum (a_i - \bar{a})(b_i - \bar{b})}{n\sigma_a\sigma_b} \quad (1)$$

де a_i і b_i – конкретні значення досліджуваних явищ у деякій крапці i ; n – загальне число крапок (i , отже, величин, обмірюваних для кожного явища);

$$\bar{a} = \frac{\sum a_i}{n}; \quad \bar{b} = \frac{\sum b_i}{n} \quad \text{– середні значення цих явищ;} \quad (2)$$

$$\sigma_a = \sqrt{\frac{\sum (a_i - \bar{a})^2}{n}}; \quad \sigma_b = \sqrt{\frac{\sum (b_i - \bar{b})^2}{n}} \quad (3)$$

- їх дисперсії (розсіювання), що обчислюються як середнє арифметичне з квадратів відхилень величин a_i і b_i від їх середнього арифметичного.

Середня квадратична помилка коефіцієнта кореляції обчислюється за формулою:

$$m_r = \pm \sqrt{\frac{1-r^2}{n}} \quad (4)$$

Коли коефіцієнт кореляції $r = 1$ (100 %), між явищами існує функціональна залежність; коефіцієнт $r = 0,9-0,7$ (90-70 %) означає тісний зв'язок між явищами.

Остання формула показує, що помилка коефіцієнта кореляції залежить від загального обсягу вибірки n . У математичній статистиці вважають, що зв'язок, що виражається коефіцієнтом кореляції, надійний при $r \geq 3m_r$. Звідси в кожному конкретному випадку неважко установити обсяг вибірки, що забезпечує бажану точність.

ЗАВДАННЯ № 5

Вивчення за картами розміщення і взаємозв'язків явищ

Мета роботи: отримати навички з вивчення за картами розміщення і взаємозв'язків явищ.

Потрібно:

1. Визначити взаємозв'язок явищ за допомогою коефіцієнта кореляції

Порядок виконання:

1. На заданих викладаєм картах визначити 10–15 точок (ідентично для обох карт) для розрахунку коефіцієнта кореляції. Для цього карти можна поділити на квадрати чи використати крапки пересічення мериданів та паралелей.
2. Записати значення показників (a_i і b_i) у таблицю та вирахувати відповідні значення для колонок 3–7.
3. За формулами вирахувати коефіцієнт кореляції.
4. Вирахувати середню квадратичну помилку.
5. Визначити навіність зв'язку між заданими явищами (показниками).

Практична робота № 5 (заповнюється студентом)

Явище 1 (a_i) /назва/ _____

Явище 2 (b_i) /назва/ _____

a_i	b_i	$(a_i - \bar{a})$	$(b_i - \bar{b})$	$(a_i - \bar{a})^2$	$(b_i - \bar{b})^2$	$(a_i - \bar{a})(b_i - \bar{b})$
Σ	Σ			Σ	Σ	Σ

$$\bar{a} = \sum_{n} a_i =$$

$$\bar{b}_i = \sum_{n} b_i =$$

$$\sigma_a = \sqrt{\frac{\sum (a_i - \bar{a})^2}{n}} =$$

$$\sigma_b = \sqrt{\frac{\sum (b_i - \bar{b})^2}{n}} =$$

$$r =$$

$$m_r = \pm \frac{1 - \kappa^2}{\sqrt{n}}$$

Висновок: таким чином, між показниками _____

існує _____ зв'язок

5.2.5. Використання карт із метою прогнозу

Карти використовуються для передбачення явищ - їхнього поширення і стану в просторі і змін у часі. Відповідно розрізняють прогнози *просторові, тимчасові, і просторово-тимчасові*.

Прогнози поширення явищ на земній поверхні (чи, точніше, у географічній оболонці) ґрунтуються на дослідженні закономірностей розміщення явищ на добре обстежених просторах і на інтерполяції виявлених закономірностей на просторі, ще недостатньо вивченому. При цьому враховують взаємозв'язки і залежності явищ. Коли просторові зв'язки з'ясовані, наприклад, на еталонних ділянках, карта, що показує розміщення одного з взаємозалежних явищ, може бути притягнута для визначення місць чи ареалів локалізації іншого явища поза еталонними ділянками.

Прогноз у часі складається в передбаченні майбутнього стану і властивостей компонентів географічної оболонки і геосистем у цілому, наприклад, величин магнітного відмінювання, вертикальних переміщень земної кори, розмиву берегів, забруднення навколишнього середовища. Найпростіший спосіб такого прогнозування полягає в екстраполяції кількісних показників, визначених за різночасними картами. Для прогнозу часто готують спеціальні карти - ізопор (ліній рівної річної зміни) магнітного відмінювання, ліній рівних річних вертикальних переміщень земної кори і т.п. До карт для прогнозу в часі відносяться також гідрологічні і кліматичні карти, сезонні чи помісячні, вітрового хвилювання і брижі, хмарності, туманів, напрямки і сили вітру, штормів і т.ін., що показують повторюваність і, отже, імовірність відповідних явищ.

Просторово-часовий прогноз припускає передбачення розвитку явищ, тобто змін з часом їхнього простору і стану. Таким є, наприклад, прогнозування за синоптичними картами, що ґрунтується на просторовій фіксації атмосферних процесів у деякі моменти часу і на знанні закономірностей розвитку цих процесів.

Гідність прогнозних карт і взагалі картографічних прогнозів багато в чому залежить від коректності використовуваних концепцій і робочих гіпотез. Великий вплив роблять також вірогідність і повнота картографічних (чи інших) вихідних даних. Нарешті, надійність прогнозних карт залежить від природи (властивостей) прогнозованих явищ (стабільності, циклічності і т.ін.), стійкості виявлених тенденцій розвитку, тісноти зв'язків, і, звичайно, від величини термінів при тимчасових прогнозах і дальності екстраполяції при

прогнозах просторових. Природно, що прогнозні карти різні за своєю достовірністю. З цієї точки зору різняться попередні, ймовірні і дуже ймовірні прогнозні карти.

Попередні прогнозні карти складаються за даними, не достатніми до скільки-небудь повного з'ясування взаємозв'язків і умов розвитку прогнозованих явищ. Звичайно їм властива велика схематизація. Границі і час настання прогнозованих явищ указуються дуже приблизно.

Карти ймовірних прогнозів створюються в результаті більш повного вивчення явищ з урахуванням головних тенденцій їхнього розвитку, основних взаємозв'язків і достовірних аналогій. Це дозволяє намічати з більшою визначеністю розміщення явищ, час їхнього настання й інші характеристики. До цієї категорії відносяться також прогнозні карти, на яких просторове положення прогнозованих явищ указується точно, але залишаються невизначеними час їхнього настання і характер прояву.

Карти дуже ймовірних прогнозів враховують усі чи майже всі основні фактори, що визначають розміщення, величину, інтенсивність чи час настання явища.

Граничний випадок дуже ймовірного прогнозу утворюють *проектні карти* (наприклад, гідротехнічних споруджень), що встановлюють на основі точних розрахунків розміщення, форми і розміри проєктованих об'єктів, а також їхній вплив на навколишнє середовище (наприклад, границі зон затоплення).

І границі між зазначеними різновидами прогнозних карт, розуміється умовні.

Зустрічаються карти, що сполучають різні за вірогідністю прогнози, у залежності від неоднакової вивченості явищ і території.

Питання до самоконтролю

1. Назвіть методи створення карт.
2. У чому полягає суть лабораторного виготовлення карт?
3. Які умови сприяють успішній розробці будь-якої карти?
4. З чого складається проєктування карти?
5. Що розуміється під складанням карти?
6. Що таке програма карти?
7. Що таке проєкт карти?
8. Що повинно бути вказано в програмі карти?
9. Що таке картографічний метод дослідження?
10. З яких стадій складається картографічний метод дослідження?
11. Перелічить основні способи аналізу при картографічному методі дослідження.
12. У чому полягає спільний аналіз карт різної тематики?
13. Перелічить завдання перетворення карт.
14. Коли прибігають до обчислення кореляційних залежностей?
15. Напишіть формулу коефіцієнта кореляції.
16. Як розрахувати середню квадратичну помилку коефіцієнта кореляції?
17. За яких умов зв'язок, що виражається коефіцієнтом кореляції, вважається надійний?
18. Які бувають прогнози?
19. У чому заключається прогноз у часі?
20. Що таке ізопрози?
21. У чому полягає просторово-часовий прогноз?
22. Від чого залежить гідність прогнозних карт?
23. За якими даними складаються попередні прогнозні карти?
24. Як розрізняються за достовірністю прогнозні карти?

МОДУЛЬ 6. ЗЙОМКИ МІСЦЕВОСТІ

6.1. Види зйомок

Під зйомкою розуміють сукупність робіт, виконуваних з метою створення планів і карт. Зйомки підрозділяють на наземні, що включають геометричні виміри безпосередньо на місцевості, і аерокосмічні (дистанційні), що проводяться шляхом реєстрації електромагнітного випромінювання земної поверхні (чи відбитого нею), обробку отриманих матеріалів і графічні побудови.

При дистанційних зйомках знімальні системи, що приймають інформацію вилучені від земної поверхні на значні відстані – від сотень метрів тисяч кілометрів.

Приймачами інформації служать фотографічні і телевізійні камери й інші прилади, що установлені на літальних апаратах. Зйомка, вироблена з літака (вертольота), називається *аерозніманням*. Зйомка апаратурою, що знаходиться за межами земної атмосфери (на штучному супутнику Землі, орбітальній станції, космічному кораблі), називається *космічною зйомкою*. Матеріали космічної зйомки використовують з метою вивчення природних ресурсів Землі, а також для створення карт маловідомих і важкодоступних районів і при відновленні оглядово-топографічних карт.

Для картографування земної поверхні широко застосовується фотозйомка, матеріали якої містять великий обсяг інформації і за рядом властивостей близькі до карт (оглядовість, наочність, наявність масштабу й ін.).

Головним методом створення топопланів і карт у масштабах 1:500 - 1:25 000 служить *аерофототопографічна зйомка*, що включає одержання фотографічних зображень місцевості з літака і їхню обробку. Топографічні карти більш дрібних масштабів складаються за картами більш великого масштабу.

Наземними методами нині створюються лише плани і карти невеликих ділянок місцевості, коли проведення аерофотознімання нерентабельно і при здійсненні інженерних завдань.

6.2. Геодезичні опорні мережі

Різноманітні геометричні виміри, що входять у комплекс наземної топографічної зйомки, супроводжуються неминучими погрішностями, що накопичуються в міру видалення зйомки від початкової крапки. Для зменшення погрішностей і для більш рівномірного розподілу їх за територією зйомку роблять із крапок знімального обґрунтування, так званих *опорних геодезичних пунктів*. Планове положення геодезичних пунктів визначено в єдиній системі координат, а висотне - у єдиній системі висот. Система геодезичних пунктів, рівномірно розмішених по території, утворює геодезичну опорну мережу.

Геодезична мережа будується за принципом переходу від загального до частки: спочатку створюється рідка мережа пунктів, положення яких визначається з найвищою точністю, а потім ця мережа згущається послідовною побудовою пунктів з меншою точністю. Геодезична опорна мережа включає державну геодезичну мережу, мережі згущення, знімальні мережі (знімальне обґрунтування).

Планова державна геодезична мережа будується методами *триангуляції*, *полігонометрії* і *трилатерації*. У залежності від черговості побудови, точності виміру кутів і відстаней, довжини вимірюваних ліній, ця мережа поділяється на 4 класи.

При *триангуляції* на території прокладають ряди трикутників, вершини яких, закріплені на місцевості, служать крапками геодезичної мережі. Ряди трикутників першого класу прокладають по можливості уздовж меридіанів і паралелей. Визначивши довжину однієї, так названої *вихідної сторони* і всі кути першого трикутника, обчислюють (за теоремою синусів) довжини інших його сторін. Потім використовуючи обчислену довжину, однієї зі сторін першого трикутника і виміривши кути другого трикутника, що примикає, з обчислень одержують довжини інших сторін цього трикутника і т.ін.

Знаючи координати однієї з початкових крапок і напрямок вихідної сторони, обчислюють тригонометричним шляхом координати інших крапок. Тому крапки триангуляції називають тригонометричними пунктами. Їх позначають на топокартах маленьким трикутниками з крапкою в центрі, і відміткою висоти крапки. У триангуляції I класу астрономічними спостереженнями визначають широту і довготу пунктів вихідної сторони і її астрономічний азимут. Астрономічні пункти (пункти Лапласа) позначаються на картах зірочкою.

Державна мережа створюється за схемою, що забезпечує чіткість організації робіт і високу точність вимірів.

Таблиця 6.1.

Характеристика державної триангуляційної мережі

Основні показники	Класи триангуляції			
	1	2	3	4
Довжина ланок триангуляції	не більш 200 км			
Периметр полігонів	800-1000 км			
Довжина сторони триангуляції	не менш 20 км	7-20 км	5-8 км	2-5 км
Середня квадратична помилка базисних сторін	1:400 000	1:300 000	1:200 000	1:200 000
Помилки вимірів кутів на пунктах триангуляції	$\pm 0, "7$	$\pm 1, "0$	$\pm 1, "5$	$\pm 2, "0$

При *полігонометрії* будують мережі ламаних ходів, у якій вимірюють усі кути і сторони. Цей метод, застосовується звичайно в закритій місцевості (залесенної, забудованої). Ходи прокладаються уздовж доріг, по долинах річок; вони в сукупності утворюють замкнуті багатокутники (полігони). За координатами початкової точки і дирекційному куту ходу обчислюють координати другої крапки, а потім і всіх наступних пунктів ходу.

Триангуляція за схемою подібна з триангуляцією, але тут у трикутниках за допомогою далекимірів вимірюють усі три сторони з погрешністю не більш 1:400 000 від довжини лінії, а потім обчислюють координати вершин трикутників.

Спостереження штучних супутників Землі використовують для приведення координат вилучених геодезичних пунктів (розташованих на островах і т.ін.) до єдиної геодезичної системи. Для цього служить, наприклад, метод *космічної триангуляції*, при якій штучний супутник спостерігають у просторі зі станції з відомими та невідомими координатами. За спостереженнями зі станції з відомими координатами визначається положення супутника на момент спостереження. За спостереженнями зі станції з невідомими координатами і за вже відомими координатами супутника одержують координати визначеної станції.

Для позначення *планових геодезичних пунктів* і їхнього закріплення на місцевості служать підземні пристрої і наземні *геодезичні знаки*. На пунктах триангуляції і полігонометрії наземна частина знака служить штативом для установки геодезичного інструмента і ціллю для наведення інструмента (візування), а також забезпечує безпосередню видимість суміжних знаків, часто вилучених на значній відстані. При взаємній видимості геодезичних знаків із землі встановлюють лише бетонні стовпи чи прості піраміди (дерев'яні чи металеві) висотою 6-8 м. При великих висотах знаків будують подвійні піраміди і геодезичні сигнали. Підземна частина знака *планової мережі* складається з бетонних монолітів, на верхній грані одного з яких позначена крапка – власне геодезичний пункт.

Висотна геодезична мережа створюється методом нівелювання з застосуванням високоточних приладів. За точністю визначення висот державне нівелювання підрозділяється на 4 класи. Нівелювання I класу (вищої точності) виробляється за особливо наміченими трасами, що пов'язують вилучені пункти і основні морські водомірні пости.

Дані нівелювання I класу дозволяють визначати різницю рівнів морів, величини вікових коливань суші і т.ін. Нівелірні ходи II класу прокладаються уздовж залізних, шосейних і ґрунтових доріг і уздовж великих річок. Між лініями II класу прокладають лінії III класу, і потім мережа згущається лініями IV класу. Пункти нівелювання IV класу служать безпосереднім висотним обґрунтуванням зйомок. Характеристика нівелірної мережі наведена в таблиці 6.2.

Пункти нівелювання всіх класів закріплюються на місцевості особливими знаками – реперами і марками, що закладаються через кожні 3-5 км у ґрунт чи у стіни кам'яних будинків. На лініях I-III класів через 50-80 км встановлюються фундаментальні репери, а пункти I класу закріплюються ще й особливо надійними віковими реперами.

Таблиця 6.2.

Характеристика державного нівелювання

Основні показники	Класи нівелювання			
	I	II	III	IV
Розмір нівелірних полігонів (периметр замкнутих полігонів)	Окремі лінії чи полігони без указки розмірів	500-600 км	150 – 200 км	У межах полігона III класу
Помилки нівелювання на 1 км ходу	Випадкова не $> \pm 0,5$ мм; Систематична не $> \pm 0,03$ мм	Середня випадкова не > 1 мм. Систематична не $> 0,2$ мм	-	-
Граничне нев'язання полігонів чи замкнутих ходів	-	5 мм $\sqrt{L}$ км	10 мм $\sqrt{L}$ км	20 мм $\sqrt{L}$ км

Геодезичні мережі згущення є основою для створення знімального обґрунтування топоіомок. Планові мережі згущення створюються тими ж методами що і державна мережа, однак довжини сторін і точність їхнього виміру при цих роботах значно менше. Висотну мережу згущення утворюють пункти технічного нівелювання, у яких припустима нев'язка в сумі перевищення, що дорівнює $50 \text{ м} \cdot \text{мм} \sqrt{L} \text{ км}$, де L довжина ходу.

Знімальні мережі є безпосереднім геодезичним обґрунтуванням топоіомок. Вони створюються різними способами в залежності від методу і масштабу зйомки, характеристики місцевості й інших умов. Як правило, для крапок знімального обґрунтування визначаються як планові, так і висотні координати. Пункти знімальної мережі закріплюються на місцевості дерев'яними колами. Знімальна мережа повинна бути прив'язана до пунктів державної геодезичної мережі.

6.3. Лінійні вимірювання на місцевості

За основну одиницю довжини прийнято метр (м). З кінця 18 сторіччя за метр було прийнято відстань, що дорівнювала одній десятимільйонній частині Паризького меридіана. З цієї метою було виготовлено еталонний метр, що був міжнародним прототипом метра, який представляв платинову лінійку, довжина якої була один метр. В 1960 році було прийнято, що метр рівний $1650763,73$ довжині хвилі випромінювання атомами криптона-86 в вакуумі, що відповідає переходу між рівнями $2p_{10}$ й $5d_5$. Довжину лінії на місцевості вимірюють в метрах (м) й кілометрах (км), а на кресленнях в сантиметрах (см) й міліметрах (мм).

Засоби вимірювань - міра, вимірювальний прилад, вимірювальний перетворювач, вимірювальна установка й вимірювальна система - мають нормативні метрологічні характеристики. Міра (лінійка, стрічка, рулетка та ін.) призначена для відтворення фізичної величини заданого розміру. Вимірювальні прилади (термометр, барометр, планіметр, бусоль, теодоліт, тахеометр, нівелір та ін.) призначені для відтворення сигналу вимірюваної інформації в формі, яку може безпосередньо сприймати виконавець. Вимірювальний перетворювач (світловіддалемір, лазерні віддалеміри) відтворює сигнал вимірюваної інформації в формі, зручній для передавання, подальшого перетворення, обробки та зберігання, але яка не піддається безпосередньому сприйманню виконавцем. Вимірювальна установка (стереокомпаратор та ін.) складається із сукупності функціонально об'єднаних засобів вимірювань, і допоміжних пристроїв, з'єднаних між собою каналами зв'язку, призначених для відтворення сигналів вимірюваної інформації в формі, зручній для автоматичної обробки, передавання і використання в автоматичних системах керування.

Залежно від способу одержання шуканої величини і засобів, що використовуються, вимірювання поділяються на безпосередні та посередні.

Залежно від потрібної точності вимірювань довжини ліній на місцевості використовують різні типи механічних і фізико-оптичних мірних приладів.

Механічні мірні прилади призначені для безпосереднього вимірювання довжини ліній. При вимірюванні довжини ліній використовують штрихові стрічки ЛЗ-20, ЛЗ-24, ЛЗ-50 довжиною, відповідно, 20, 24 і 50 м з ціною поділки 0,1 м, шкалові стрічки ЛЗШ-20, ЛЗШ-24 та ЛЗШ-50 довжиною, відповідно, 20, 24 і 50 м і рулетки довжиною від 2 до 100 м. Штрихова стрічка ЛЗ виконана із сталеві штаби завширшки 10 - 15 і завтовшки 0,4-0,5 мм з ручками на кінцях. По краях стрічки зроблено прорізи, проти центрів яких нанесено штрихи. Відстань між штрихами відповідає номінальній довжині стрічки. Оцифровка виконана з обох боків стрічки: від 0 до 20 м з одного боку та від 20 до 0 - з другого. Метри на стрічці позначено металевими пластинками. Півметрові поділки позначено металевими заклепками, а дециметрові — круглими отворами. Відлік по стрічці виконують з точністю 0,01 м.

Шкалова стрічка від штрихової відрізняється тим, що на її початку і в кінці є шкали з міліметровими поділками. Довжина кожної шкали 10 см. До комплекту стрічок входить 6 або 11 шпильок.

Рулетки роблять із сталеві штаби шириною 10-12 і товщиною 0,15-0,3 мм. На рулетці нанесено міліметрові поділки по всій довжині або тільки на першому дециметрові. Сантиметрові поділки наносяться по всій довжині. Сталеву штабу намотують на кільце, що утримується хрестовиною або вилкою. До комплекту рулетки та стрічки можуть входити динамометри, які забезпечують її натягання з силою 98,07 Н. Для вимірювання відстаней непрямым способом використовують віддалеміри, які дозволяють швидко одержувати результати вимірювань з підвищеною точністю і без попередньої підготовки лінії на місцевості. Але віддалеміри не пристосовані для відкладання проекційної відстані.

В основі принципу вимірювання відстаней за допомогою оптичних віддалемірів лежить залежність між сторонами паралактичного трикутника, в якому відомі базис b паралактичний кут β (рис. 6.1). Згідно з цією залежністю відстань, m ,

$$D = b \operatorname{ctg} \beta, \quad (6.1)$$

де β - паралактичний кут, кут при вершині трикутника, значення якого менше одного градуса.

Залежно від елемента паралактичного трикутника, що вимірюється, оптичні віддалеміри бувають з постійним кутом і змінним базисом, з постійним базисом і змінним кутом, із змінним кутом і базисом.

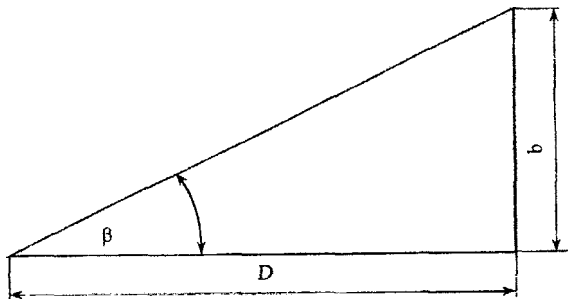


Рис. 6.1. Паралактичний трикутник

Найпоширеніший нитковий віддалемір з постійним паралактичним кутом і змінним базисом, який дозволяє вимірювати відстані непрямым способом. Цей прилад, розміщений в зоровій трубі теодоліта або нівеліра, виконано у вигляді двох рівновіддалених від центра горизонтальних рисок сітки ниток, що утворюють паралактичний кут променями візування,

що проходять через ці риси. Як базис використовують дерев'яні рейки з сантиметровими поділками, які встановлюють у вертикальне положення на місцевості. Точність вимірювання відстаней нитковим віддалеміром в сприятливих умовах 1 : 300. Відстань, яку вимірюють нитковим віддалеміром, м,

$$D = Kn + c, \quad (6.2)$$

де $K = 100$ - коефіцієнт ниткового віддалеміра;

n - різниця відліків на рейці між крайніми штрихами сітки зорової труби;

c - стала віддалеміра (в сучасних приладах, $c = 0$).

Принцип вимірювання довжини ліній радіофізичними віддалемірами оснований на визначенні часу, за який електромагнітні хвилі проходять вимірюваний відрізок в прямому та зворотному напрямках. Комплект віддалеміра включає приймально-передавальний пристрій, встановлений в одній із кінцевих точок, і відбивач хвиль, розміщений на другій кінцевій точці. Відстань, що вимірюється, м,

$$D = tv/2, \quad (6.3)$$

де v — швидкість розповсюдження хвиль, м/с;

t - час, за який хвилі проходять відстань передавач-відбивач-приймач, с.

Залежно від методу визначення часу, за який хвилі проходять відстань передавач-відбивач-приймач, віддалеміри ділять на фазові та імпульсні. Фазовий світловіддалемір 2СМ-2 з фіксованими частотами модуляції призначений для вимірювання відстані до 2000 м з середньою квадратичною похибкою 1 : 100 000. Світловіддалемір СМ-5 дозволяє вимірювати відстані до 500 м з середньою квадратичною похибкою 1 : 25 000. Світловіддалемір МСД-ІМ вимірюють відстані до 500 м з середньою квадратичною похибкою 1:10 000.

Світловіддалемір С-ІМ, що виробляється на Україні ЦКБ «Арсенал», призначений для вимірювання відстаней в гірничих виробках та польових умовах. Принцип його дії ґрунтується на вимірюванні фази сигналу світла, що відбивається в місці, яке контролюється. Обладнаний лімбами для вимірювання кутів з невисокою точністю: горизонтальних 10 хвилин й вертикальних один градус. Діапазон вимірювання відстаней: при одному відбивачеві — 5-5000 м, а при декількох відбивачах — 5-5000 м з точністю $\pm(5 + 5 \cdot 10^{-6}D)$ мм.

Світловіддалемір Блеск — 2 (2СТ-10), що виробляється Уральським заводом (Росія), призначений для вимірювання довжин ліній до 10 км. Управління процесом вимірювання забезпечує вмонтована мікро-ЕОМ. Результати вимірювань, з врахуванням поправок на атмосферний тиск й температуру, видаються на табло та можуть бути введені в накопичувач. Відбивач є однопризмий або шести-призмий. Діапазон вимірювання відстаней 2-10000 м з похибкою $\pm(5 + 3 \cdot 10^{-6}D)$ мм.

Питання до самоконтролю

1. Що розуміється під зйомкою місцевості?
2. Назвіть види зйомок.
3. Що таке аерознімання?
4. Де можна використати матеріали космічної зйомки?
5. Назвіть головний метод створення топопланів.
6. Що таке опорні геодезичні пункти?
7. За якими принципами будується геодезична мережа?
8. Назвіть методи побудови геодезичної мережі.
9. Що таке триангуляція?
10. Коли і як застосовують полігонометрію?
11. Що таке трилатерація?
12. У яких випадках застосовують космічну триангуляцію?
13. Що таке геодезичні знаки?
14. Що таке нівелювання?
15. За якими ознаками виділяються класи нівелювання?
16. Що таке метр і чому він відповідає?
17. Якими приладами можна проводити лінійні вимірювання?
18. За яким принципом працюють віддалеміри?

Література

Основна

1. Атлас СССР. - М.: ГУГК, 1983.
2. Берлянт А.М. Образ пространства: Карта и информация. М.: Мысль, 1986.
3. Берлянт А.М. Картографический метод исследования. - М.: Изд-во МГУ, 1988.
4. Грюнберг Г.Ю., Лапкина Н.А., Малахов Н.В., Фельдман Е.С. Картография с основами топографии: Учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по специальности "География" / Под ред. Г.Ю. Грюнберга. - М.: Просвещение, 1991.
5. Ратушняк Г.С. Топографія з основами картографії: Навчальний посібник. - Київ: Центр навчальної літератури, 2003. - 208 с.
6. Салищев К.А. Картоведение. М.: Изд-во МГУ, 1982.
7. Салищев К.А. Картография. М.: Высшая школа, 1982.

Додаткова

8. Аковецкий В.И. Дешифрирование снимков. - М.: Недра, 1983.
9. Барановский В.А. Екологічна географія і екологічна картографія. — К.: Фітосоціоцентр, 2001. — 252 с.
10. Берлянт А.М. Использование карт в науках о земле // Итоги науки и техники; серия Картография. - Т. 12. - М., 1986.
11. Билич Ю.С., Васмут А.С. Проектирование и составление карт. — М.: Недра, 1984. — 364 с.
12. Верещака Т.В., Полобедов Н.С. Полевая картография. - М.: Недра, 1986.
13. Войтенко С.П. Геодезичні роботи в будівництві. — К.: ІСДО, 1993. — 144 с.
14. Гельмин А.В. Картографические проекции советских школьных карт. - М.: Просвещение, 1984.
15. Геодезия и картография на современном этапе развития 1919-1989 / Яценко В.Р., Большаков В.Д., Дражнюк А.А. и др. — М.: Недра, 1989. — 160 с.
16. Гролзинский Д.М. Основы ландшафтной экологии. — К.: Либідь, 1993. — 224 с.
17. Грюнберг Г.Ю. Картографические понятия в школьной географии. - М.: Просвещение, 1979.
18. Инженерная геодезия / Г.В. Багратуни, В.Н. Ганьшин, Б.Б. Данилевич и др. — М.: Недра, 1984. — 344 с.
19. Инструкция по топографической съемке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500. - М.: Недра, 1985. — 152 с.
20. Картографічне моделювання: Навчальний посібник / Т.І. Козаченко, Г.О. Пархоменко, А.М. Молочко. — В.: Аптекс — УЛГД, 1999. — 328 с.
21. Книжников Ю.Ф., Кравцова В.И. и др. Аэрокосмические методы в социально-экономической географии // Итоги науки и техники. Серия Картография. - М., 1984. - Т. 2.
22. Кравцова В.И. Космическое картографирование. - М.: Изд-во МГУ, 1977.
23. Малахов Н.В. Межпредметные связи в формировании картографических знаний. - М.: Просвещение, 1983.
24. Маслов А.В., Гордеев А.В., Батраков Ю.Г. Геодезия. - М.: Недра, 1985.
25. Ратушняк Г.С. Инженерные изыскания и специальные гидролого-климатические исследования. — К.: УМК ВО, 1991. — 116 с.
26. Ратушняк Г.С. Инженерна геодезія. — К.: Вища школа, 1992. — 262 с.
27. Ратушняк Г.С., Попова Г.С. Використання топографічних карт і планів при проектуванні споруд. — В.: БДТУ, 1997. — 125 с.
28. Салищев К.А. Картоведение. — М.: Изд-во МГУ, 1990. — 400 с.
29. Смирнов Л.Е. Аэрокосмические методы географических исследований. - Л.: Изд-во ЛГУ, 1975.
30. Смирнов Л.Е. Трехмерное картографирование. - Изд-во ЛГУ, 1984.
31. СНИП 1-2.07-87. Инженерные изыскания для строительства. — М.: Стройиздат, 1987. — 103 с.
32. Справочник геодезиста / Под ред. В.Д. Большакова, Г.П. Левчука. - М.: Недра, 1985.
33. Справочник по инженерной геодезии / П.И. Баран С.П. Войтенко. Ю.В. Полищук и др. — К.: Выща школа, 1978. — 376 с.
34. Справочник по картографии. Под ред. Е.И. Халугина. — М.: Недра, 1988. — 428 с.
35. Субботин Н.Е., Мазнишский А.С. Справочник строителя по инженерной геодезии. — К.: Будівельник, 1989. — 248 с.
36. Топографо-геодезические термины. Справочник. Б.С. Кузьмин и др. — М.: Недра, 1983. — 261 с.
37. Ширяев Е.Е. Картографическое отображение, преобразование и анализ геоинформации. — М.: Недра, 1984. — 248 с.

Вимоги до знань та вмінь за модулями

Модуль 1

ВМІТИ:

1. Відрізняти карту від інших зображень.
2. Визначити властивості карти.
3. Визначити проекцію заданої карти за видами меридіанів та паралелей нормальної сітки та за характером спотворень, користуючись вище викладеним.
4. Розраховувати спотворення довжин, площ та кутів у заданій крапці.
5. Визначити масштаб будь-якої карти.
6. Визначити довжину лінії на карті.
7. Визначити площу території на карті.

ЗНАТИ:

картографія	проекція довільна	початковий меридіан
структура картографії	проекція рівно проміжна	масштаб
географічна карта	проекція циліндрична	план
властивості <i>географічної карти</i>	проекція конічна	верста
еліпсоїд обертання	проекція азимутальна	сажень
спотворення	проекція нормальна	дюйм
картографічна проекція	проекція псевдоциліндрична	масштаб чисельний
картографічна генералізація	проекція псевдоконічна	масштаб іменований
картографічні зображення	проекція полі конічна	масштаб графічний
карти Луни і планет	проекція поперечна	курвіметр
зоряні карти	проекція коса	розграфка карти
рельєфні карти	проекція перспективна	розграфка прямокутна
глобуси	проекція ортографічна	розграфка тропецевидна (або градусна)
блок-діаграми	проекція стереографічна	рамка внутрішня
еліпсом спотворень	проекція гномонічна	рамка хвилинна (або градусна)
головний масштаб	крапки і лінії нульових спотворень	рамка зовнішня
частковий масштаб	локсодромія	компоновка карти
спотворення довжин	проекцією Гауса	орієнтування картографічного зображення
спотворення площі	проекція Меркатора	портолани
спотворення кута	сітка картографічна	номенклатура багатолінійної карти
проекція рівнокутна	сітка прямокутних координат	
проекція рівновелика	сітка кілометрова	

МОДУЛЬ 2

ВМІТИ:

1. Визначити та перелічити засоби картографічного зображення.
2. Визначити, який засіб використан щодо кожного типу об'єктів на карті.
3. Скласти рельєфну карту за заданими викладачем точками з висотними позначками.
4. Виконати відмивку на карті.
5. Креслити ізолінії.
6. Визначити за якою формою відібрані назви об'єктів на картах.
7. Правильно розташувати та накреслити назви об'єктів на картах.

ЗНАТИ:

картографічні умовні знаки	способи картографічного зображення	ізолінія
функції картографічних знаків	спосіб значків,	псевдоізолінії
	спосіб лінійних знаків	якісне та кількісне тло
	спосіб ізоліній	локалізовані діаграми
		крапковий спосіб

арсали
знаки руху (вектори).
картодіаграма
картограма
значки геометричні
значки буквені
значки наочні
значки символічні

значки натуралістичні
ареал абсолютний
ареал відносний
вектор
гіпсографічне пофарбування
відбір назв
форма місцезна оцінювання

форма фонетична
транслітерація
форма традиційна
форма переводна
географічні назви
пояснювальні підписи

МОДУЛЬ 3

ВМІТИ:

1. Провести генералізацію карти

ЗНАТИ:

генералізація
види генералізації
цензи виключаючи
цензи виборчі

норма відбору
точність карти геометрична
точність карти географічна

МОДУЛЬ 4.

ВМІТИ:

1. Визначити тип карти.
2. Провести аналіз і оцінку повноти карт та атласів.

ЗНАТИ:

класифікація карт за масштабом
територіальна класифікація
класифікація карт за призначенням
типи географічних карт
карти приватні чи галузеві
карти аналітичні
карти синтетичні
документальні карти
карти висновки й умови
водо
гіпотетичних карт
прогнозні карти
карти тенденційні
карти прикладні

карти оцінні
карти рекомендаційні
географічний атлас
класифікація атласів за територією
класифікація атласів за змістом
класифікація атласів за призначенням
внутрішня єдність атласу
морські навігаційні карти
комплексне картографування
капітальні комплексні атласи
національні атласи
регіональні атласи

картографічна бібліографія
реєстраційні покажчики (списки)
анотовані покажчики
видання періодичні,
видання ретроспективні
оцінка повноти змісту
карти
аналіз повноти карти
сучасність карти
оцінка якості оформлення карти
загальне графічне навантаження карти
наукова й ідеологічна цінність карт

МОДУЛЬ 5

ВМІТИ:

1. Проектувати та складати карти.
2. Визначити взаємозв'язок явищ за допомогою коефіцієнта кореляції

ЗНАТИ:

проектування карти
складання карти
програма карти
проект карти.
картографічним методом дослідження
картографування польове

картографування лабораторне
дослідження з готових карт
основні способи аналізу при картографічному методі дослідження
спільний аналіз карт різної тематики
спільний аналіз різночасних карт

перетворення карт
коефіцієнт кореляції
прогнози просторові
прогнози тимчасові

прогнози просторово-тимчасові
попередні прогнозні карти
карти ймовірних прогнозів
карти дуже ймовірних прогнозів

МОДУЛЬ 6

ВМІТИ:

1. Проводити зйомки місцевості.

ЗНАТИ:

зйомка
види зйомок
аерознімання
аерофототопографічна зйомка
опорні геодезичні пункти
геодезична мережа
планова державна геодезична мережа
тріангуляція
полігонометрія
трилатерація
геодезичні знаки
висотна геодезична мережа
нівелювання
рулетки
віддалемір
світловіддалемір

Модуль 1. Географічні карти і картографія. Математична основа карт	3
1.1. Географічні карти і картографія	3
1.1.1. Основні властивості і визначення географічних карт. Карти як просторові моделі дійсності	3
1.1.2. Картографічні зображення	4
1.1.3. Визначення картографії та її відношення до мистецтва	5
1.1.4. Елементи географічної карти	5
1.2. Математична основа карт	5
1.2.1. Поняття про картографічні проекції. Класифікація проекції за характером спотворень	5
1.2.2. Класифікація проекції за видом меридіанів і паралелей нормальної сітки	6
1.2.3. Спотворення в картографічних проекціях; їх розподіл; визначення розмірів спотворень на картах	7
Завдання № 1. Математична основа карт	8
1.2.4. Вибір проекцій. Деякі загальноживані проекції	11
1.2.5. Координатні сітки	12
1.2.6. Масштаби	12
1.2.7. Вимір відстаней і площ за картами	13
1.2.8. Розграфка багатолістих карт. Компонування. Орієнтування картографічних сіток	15
1.2.9. Номенклатура багатолістих карт	15
Модуль 2. Картографічні знаки і способи картографічного зображення. Надписи на картах	16
2.1. Картографічні знаки. Їх функції. Побудова знаків та знакових систем	16
2.2. Спосіб значків	17
2.3. Спосіб лінійних знаків	18
2.4. Спосіб ізоліній. Псевдоізолінії	18
2.5. Спосіб якісного та кількісного тла	19
2.6. Спосіб локалізованих діаграм	20
2.7. Точковий спосіб	20
2.8. Спосіб ареалів	20
2.9. Спосіб знаків руху	20
2.10. Картодіаграма	21
2.11. Картограма	21
Завдання № 2. Опис засобів картографічного зображення	21
2.12. Про способи зображення рельєфу. Рельєфні моделі	22
Завдання № 3. Зображення рельєфу на топографічних картах	23
2.13. Вибір та передача географічних назв	24
2.14. Надписи на географічних картах	25
Модуль 3. Картографічна генералізація	26
3.1. Сутність і фактори генералізації	26
3.2. Види генералізації	26
3.3. Про вплив картографічних знаків на генералізацію	27
3.4. Генералізація явищ, що локалізовані по пунктах	28
3.5. Генералізація явищ локалізованих на лініях	28
3.6. Генералізація явищ суцільного поширення і локалізованих на площах	29
3.7. Генералізація явищ розсіяного поширення	29
3.8. Про генералізацію показників руху і зв'язків	29
Завдання № 4. Картографічна генералізація	30
Модуль 4. Види і типи географічних карт і атласів. Огляд основних карт і атласів. Аналіз карт.	31
4.1. Класифікація, види і типи географічних карт і атласів	31
4.1.1. Класифікація географічних карт	31

4.1.2. Типи географічних карт	31
4.1.3. Географічні атласі – визначення, класифікація, особливості	33
4.2. Огляд основних карт і атласів. Інформація про карти. Аналіз карт	34
4.2.1. Загальногеографічні карти й атласи	34
4.2.2. Топографічна вивченість суші. Карти світу масштабі 1:1000000 і 1:2500000	36
4.2.3. Морські карти	36
4.2.4. Тематичне картографування. Міжнародні тематичні карти	37
4.2.5. Комплексне картографування. Комплексні атласи світу, країн і регіонів	38
4.2.6. Інформація про карти і літературу по картографії. Картобібліографія	39
4.2.7. Аналіз і оцінка карт. Критерії оцінки. Методи аналізу й оцінки	40
Модуль 5. Проектування і складання карт. Застосування географічних карт як засобу наукового дослідження.	42
5.1. Проектування і складання карт	42
5.2. Застосування географічних карт як засобу наукового дослідження	43
5.2.1. Сутність проблеми. Поняття про картографічний метод дослідження	43
5.2.2. Основні способи аналізу при картографічному методі дослідження	43
5.2.3. Спільне використання і перетворення карт при картографічному методі дослідження	44
5.2.4. Вивчення по картах розміщення і взаємозв'язків явищ	44
Завдання № 5. Вивчення за картами розміщення і взаємозв'язків явищ	45
5.2.5. Використання карт із метою прогнозу	46
Модуль 6. Зйомки місцевості	47
6.1. Види зйомок	47
6.2. Геодезичні опорні мережі	48
6.3. Лінійні вимірювання на місцевості	50
Література	53

Навчальне видання

Некос Світлана Володимирівна

Картографія з основами топографії. Курс лекцій та практичні завдання

Підписано до друку	2006. Друк RISO.
Тираж	прим.