

-Гілецький Й.Р.

ГЕОГРАФІЧНІ ЗАДАЧІ ТА ЇХ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ

Тернопіль 2011

Рецензенти:

Сливка Р.Р. – доцент кафедри географії та природознавства Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, кандидат географічних наук

Богович М.М. – вчитель географії загальноосвітньої школи I-III ступенів №5 м. Івано-Франківська, вчитель-методист.

ББК 65.04

Г - 139

Гілецький Й.Р. Географічні задачі та їх розв’язування. Посібник для учителів географії та учнів. – Тернопіль., 2011. – 124 с.

Задачі є одним із видів завдань з географії, який дозволяє перевірити вміння творчо застосовувати набуті теоретичні знання, поглибити їх розуміння. За змістом вони базуються на закономірностях геопросторової організації ландшафтної сфери Землі, які можуть бути подані у вигляді розрахункових географічних задач. У посібнику спочатку коротко розкриваються деякі основні географічні закономірності, на яких базуються задачі, дається короткий опис особливостей задач цього змістового блоку, розв’язки типових і складних задач з теми, а тоді підбірка задач для розв’язування, відповіді на які подана у кінці.

Усі подані у посібнику задачі є авторськими, розраховані на використання доступного учням математичного апарату. Вони розділені на чотири розділи, а розділи ще на декілька тем. Всього у посібнику подано 40 задач з розв’язками і 90 для розв’язування.

Опрацювання посібника дозволить учням впевнено справлятися із задачами на різних етапах географічних олімпіад, а також із мінізадачами у тестах для незалежного оцінювання навчальних досягнень вступників до вищих навчальних закладів.

Посібник призначений для учителів географії, студентів географічних спеціальностей, учнів шкіл, які зацікавлені поглибити свої знання з географії.

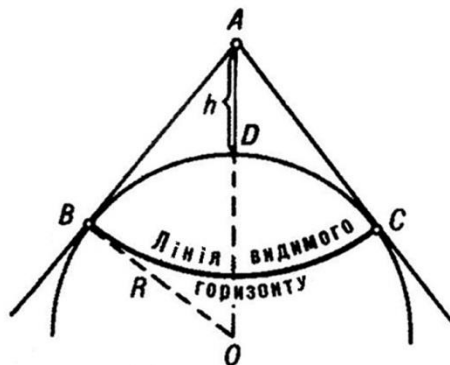
Розділ 1. ФОРМА І РУХ ЗЕМЛІ. ВІДОБРАЖЕННЯ ЗЕМЛІ НА КАРТОГРАФІЧНИХ ТВОРАХ

1. ФОРМА І РОЗМІРИ ЗЕМЛІ

Земля, як і інші планети Сонячної системи, має кулясту форму. Її діаметр становить в середньому 12 742 км. Оскільки людина бачить лише невелику частину Землі, земна поверхня здається їй плоским кругом.

Припускати, що Земля — куля почали ще у часи Піфагора (VI ст. до нар. Хр.). Перші докази кулястості Землі належать давньогрецькому вченому Арістотелю (IV ст. до нар. Хр.). До них він відносив спостереження за місячними затемненнями, під час яких тінь від Землі, що насувається на поверхню Місяця, завжди кругла; зміна виду зоряного неба при русі у північному чи південному напрямку; розширення видимого горизонту при піднятті.

Горизонтом (від грецького «горизо» — обмежую) — називається частина земної поверхні, що спостерігається на відкритій місцевості. **Лінія горизонту** — границя видимого простору, де нам здається, що небо сходиться з землею. Радіус видимого горизонту на висоті очей дорослої людини дорівнює 4,5—5 км. З підняттям точки спостереження він суттєво збільшується через кулясту форму Землі. Так, на висоті 100 м радіус видимого горизонту становить близько 40 км, на 1000 м — близько 120 км і т. д.



Мал. 1. Лінія видимого горизонту на поверхні Земної кулі

Земля, як і інші планети Сонячної системи, бере участь не тільки у річному русі по орбіті навколо Сонця, але і добовому обертанні навколо уявної осі. Завдяки добовому обертанню точки земної поверхні впродовж доби описують кола. Тільки дві точки не описують кіл — це **полюси** (точки, де уявна вісь Землі перетинається із земною поверхнею).

Найвіддаленіші точки від обох полюсів описують найбільше коло, а отже рухаються із найбільшою лінійною швидкістю. Ці рівновіддалені від обох полюсів точки утворюють велике коло Землі, яке називають **екватором**. Точніше **екватор** — це лінія перетину земної кулі площиною, що проходить через центр Землі перпендикулярно до осі її обертання.

Різна швидкість обертання різновіддалених від полюсів точок впливає на фігуру Землі, тобто спричиняє сплюснутість її біля полюсів. Адже на екваторі і близько до нього найбільше величина лінійної швидкості, а отже і величина відцентрової сили, яка ніби розтягує кулю Землі. Тому **екваторіальний радіус**

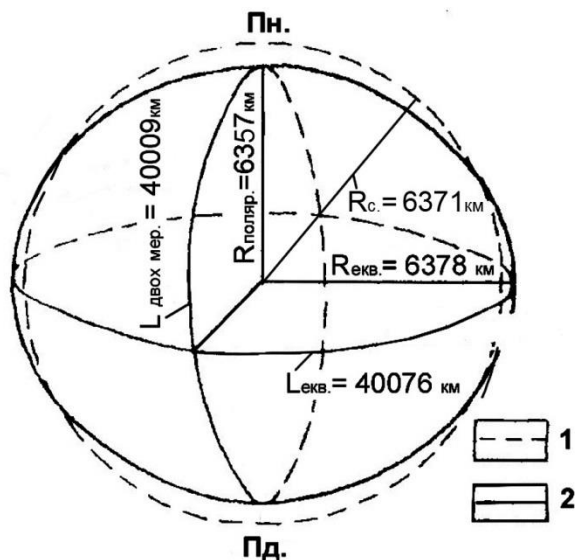
Землі на 21,4 км довший від полярного. **Екваторіальний радіус** дорівнює понад 6378 км, а **полярний радіус** – близько 6357 км. Точна довжина кола проведеного через обидва полюси дорівнює близько 40009 км, а точна довжина екватора — близько 40076 км.

Для створення точних карт, на яких відображені невеликі території, враховується сплюснутість Землі. За основу створення карт у цьому випадку береться уявна правильна геометрична фігура, яка має форму і розміри близькі до Землі. Її назвали **еліпсоїдом обертання**, або **сфероїдом** –

тобто фігурою утвореною обертанням еліпса навколо коротшого діаметра (осі). Для створення карт світу, материків Землю приймають за правильну кулю із **середнім радіусом 6371 км**, оскільки різниця екваторіального і полярного радіусів є дуже незначна – становить близько 1/300 від реального екваторіального радіуса Землі. **Довжину екватора** приймають при цьому у **40000 км**.

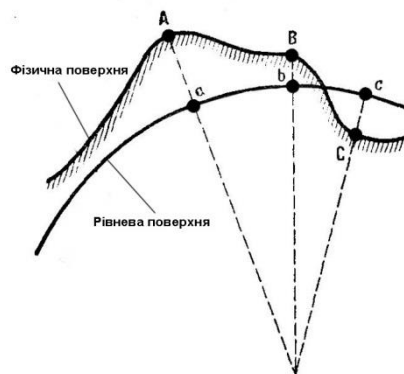
Щоб відобразити реальні форми земної поверхні, яку називають **фізичною поверхнею Землі**, науковці придумали уявну поверхню, яку назвали **рівневою**. Вона відповідає поверхні Світового океану, яка уявно продовжена в межах всіх ділянок суходолу з умовою, що у кожній точці вона перпендикулярна до **прямовисної лінії** (лінії вздовж якої спрямовується будь який підвішаний над земною поверхнею тягарець). Уявне геометричне тіло, яке обмежене рівневою поверхнею, називають **геоїдом**, що у дослівному перекладі означає «землеподібний».

Абсолютна висота точок реальної (фізичної) земної поверхні за своїм змістом є висотою над рівнем моря, тобто над рівневою поверхнею або над поверхнею геоїда.



1 - поверхня кулі; 2 - поверхня еліпсоїда.

Мал. 2. Співвідношення розмірів земного еліпсоїда і кулі



Мал. 3. Проектування точок фізичної поверхні на рівневу поверхню геоїда

проектуються на поверхню геоїда і відображаються на картографічних творах.

Розміри і маса Землі визначають таку силу земного тяжіння, що утримує атмосферу і гідросферу, без яких неможливе життя.

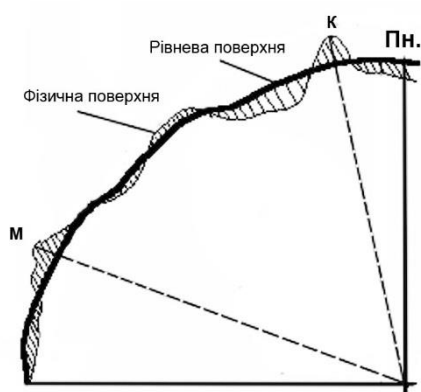
Про задачі

На основі цих уявлень про форму і розміри Землі можна сформулювати небагато задач. Серед них ті що стосуються власне розмірів планети та радіусу видимого горизонту. Якщо в умові задачі не сказано про який саме радіус ідеться, то Землю розглядаємо як правильну кулю із середнім радіусом 6371 км.

Для полегшення розв'язування задач бажано зробити малюнок, який допоможе усвідомити певні геометричні співвідношення, а також способи розв'язування. При цьому слід мати на увазі, що лінія візування до точки на лінії горизонту завжди буде дотичною до великого кола Землі, яка відповідно завжди перпендикулярна до радіуса планети.

Задачі з розв'язком

Задача 1. Абсолютна висота гори К становить 4600 м, а радіус геоїда в точці, на яку проектується її вершина становить 6362 км. На скільки абсолютна висота вершини К відрізняється від абсолютної висоти вершини М, яка віддалена від центра Землі на 6379,4 км, якщо радіус геоїда у її основі на 15 км більший, ніж радіус в основі гори К?



Мал. 4. Схема розміщення точок на земній поверхні

Розв'язок

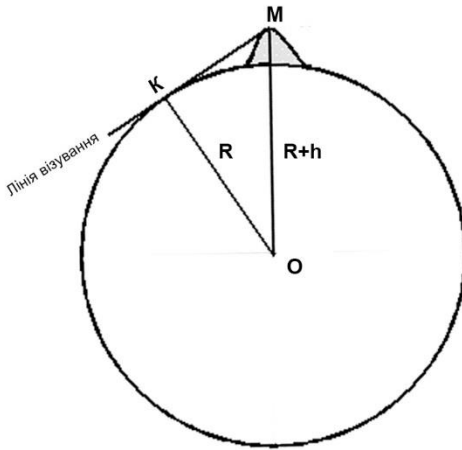
1. $6362 \text{ км} + 15 \text{ км} = 6377 \text{ км}$ — відстань від центра Землі до точки на геоїді на яку проектується вершина М;
2. $6379,4 \text{ км} - 6377 \text{ км} = 2,4 \text{ км.}$ — абсолютна висота вершини М;
3. $4,6 \text{ км} - 2,4 \text{ км} = 2,2 \text{ км.}$

Відповідь: вершина К вища від вершини М на 2,2 км.

Задача 2. Висота гори Говерла становить 2061 м. На скільки радіус видимого

горизонту з вершини гори відрізняється від найбільшого радіусу видимого горизонту з точки абсолютною висотою 1500 м на її схилі? При розрахунках вплив фізичних властивостей повітря на поширення променя зору до уваги не брати.

Розв'язок



Мал. 5. Схематичне відображення радіусу видимого горизонту з вершини Говерли

Позначимо буквами деякі величини:
 М – вершина Говерли;
 h – абсолютна висота Говерли;
 R – радіус Земної кулі;
 r – радіус видимого горизонту.

Оскільки лінія візування дотична до кола у точці К, то радіус кулі перпендикулярний до неї, а отже трикутник МКО прямокутний. Тому можна скористатися теоремою Піфагора:

$$r = (R + h)^2 - R^2;$$

$$r = R^2 + 2Rh + h^2 - R^2 = 2Rh + h^2;$$

Оскільки доданок h^2 дуже малий у порівнянні з іншим, то ним можна знехтувати, а отже формула буде

мати вигляд:

$$r = 2Rh.$$

Підставивши значення отримаємо:

1. $r_M = 2 * 6371 \text{ км} * 2,061 \text{ км} = 162,1 \text{ км};$
2. $r_{1500 \text{ м}} = 2 * 6371 \text{ км} * 1,5 \text{ км} = 138,2 \text{ км};$
3. $162,1 \text{ км} - 138,2 \text{ км} = 23,9 \text{ км}.$

Відповідь: з вершини Говерли радіус видимого горизонту на 23,9 км більший ніж із точки на висоті 1500 м.

Задачі для розв'язку

1.1.1. Абсолютна висота антарктичної станції Амундсен-Скот (США), яка розміщена навколо точки південного полюса становить 2800 м. Вершина Кенія у Африці розташована практично на лінії екватора і має абсолютну висоту 5199 м. На скільки відрізняється віддаленість від геометричного центра Землі найвищих точок цих географічних об'єктів, якщо відомо, що екваторіальний радіус геоїда становить 6378,2 км, а полярний – 6356,9 км?

1.1.2. Абсолютна висота гори К становить 5200 м, а радіус геоїда в точці, на яку проектується її вершина становить 6359 км. На скільки відрізняється віддаленість від геометричного центра Землі найвища точка вершини К та точки океанічного дна глибиною 3800 м, яка проектується на поверхню геоїда з радіусом 6376 км?

1.1.3. Відомо, що точна довжина кола проведеного через обидва полюси

становить близько 40009 км, а точна довжина екватора — близько 40076 км. На скільки відрізняється довжина маршруту, яка становить $\frac{3}{4}$ від точної довжини екватора від довжини маршруту, що становить $\frac{3}{4}$ від довжини великого кола, яке утворене двома протилежними меридіанами?

1.1.4. Радіус видимого горизонту з вершини гори становить 178 км. Яка абсолютна висота гори? При розрахунках вплив фізичних властивостей повітря на поширення променя зору до уваги не брати.

1.1.5. Висота гори Монблан становить 4807 м. На яку висоту над вершиною гори потрібно було б піднятися на гвинтокрилі, щоб побачити місто, яке знаходиться на відстані 240 км від точки спостереження? При розрахунках вплив фізичних властивостей повітря на поширення променя зору до уваги не брати.

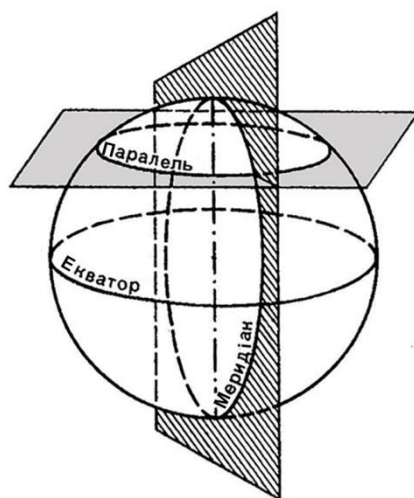
1.1.6. Чи видно буде з безлісного океанічного острова абсолютною висотою 1 м острів такої ж висоти, який розташований від першого на відстані 8 км? Висота очей спостерігача над поверхнею острова 1,6 м. Відповідь підтвердити розрахунками. При розрахунках вплив фізичних властивостей повітря на поширення променя зору до уваги не брати.

2. ГРАДУСНА СІТКА ЗЕМЛІ ТА ЇЇ ЕЛЕМЕНТИ. СИСТЕМА ГЕОГРАФІЧНИХ КООРДИНАТ. ГЛОБУС – ТОЧНА МОДЕЛЬ ЗЕМЛІ

Звична прямокутна система координат непридатна для встановлення розміщення точок земної поверхні, оскільки вона має кулясту форму. Тому для Землі була розроблена спеціальна система географічних координат. Для зручності їх визначення створено уявну **градусну сітку** Землі. Її творять меридіани і паралелі. Основою для побудови градусної сітки послужили географічні полюси та екватор.

Уявні найкоротші лінії на земній поверхні, що сполучають полюси, називають **меридіанами**. З наукової точки зору меридіаном називають лінію перетину земного еліпсоїда з площиною, що проходить через дану точку і вісь добоного обертання Землі. Довжина кожного меридіана становить близько 20000 км. Напрямок меридіана визначається опівдні за найкоротшою тінню від вертикальних предметів.

Паралелі – лінії перетину поверхні земної кулі площинами, паралельними площині екватора. Інакше — це лінії на поверхні Землі, проведені паралельно екватору. Довжина паралелей зменшується від екватора до полюсів. Екватор від усіх



Мал. 6. Паралелі і меридіани на Земній кулі

інших паралелей виділяється тим, що він має найбільшу довжину, проходить на однаковій відстані від обох полюсів, поділяє Землю на дві півкулі — північну і південну.

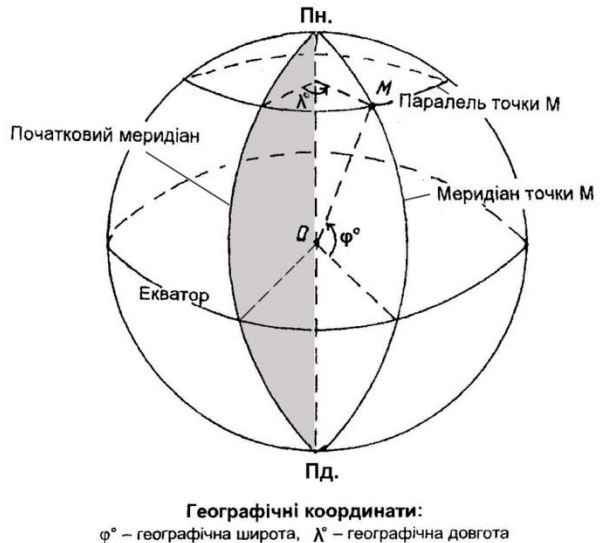
Градусна сітка дозволяє визначити місце розташування будь-якої точки на земній поверхні за допомогою географічних координат — широти і довготи.

Географічна широта — кут між площиною екватора і прямовисною лінією до даної точки. Спрощено визначають широту як відстань від екватора до будь-якої точки на земній поверхні, яка виражена у градусах. Змінюється вона від 0 (екватор) до 90° (полюси). Розрізняють північну і південну широту. Зрозуміло, що усі точки, що лежать на одній паралелі, мають однакову географічну широту.

Географічна довгота — двограний кут, який утворений площиною початкового меридіана і площиною меридіана, що проходить через дану точку. Спрощено можна визначити довготу як кутову відстань точки від початкового меридіана. За початковий (нульовий) прийнятий меридіан, що проходить через Гринвіцьку обсерваторію у передмісті Лондона. Він нічим не відрізняється від усіх інших меридіанів, але за міжнародною згодою відлік проводять саме від нього. У напрямку на схід від початкового меридіана *довгота східна*, а на захід — *західна*. Вона змінюється від 0° до 180°. Усі точки, що лежать на одному меридіані, мають однакову довготу.

Найточніше відображена градусна сітка Землі на **глобусі** — зменшеній у мільйони разів моделі Землі. Вона максимально точно передає як форму Землі, материків і океанів, так і форму клітинок градусної сітки. Відображення градусної сітки Землі на *глобусах*, як і на *географічних картах* називають **картографічною сіткою**. На глобусі меридіани підписуються на екваторі, паралелі — на меридіанах нульовому і 180° довготи.

Кожній парі географічних координат відповідає тільки одна точка на поверхні Землі. Найлегше визначати географічні координати точок перетину паралелей і меридіанів, які ще називають **вузловими точками градусної сітки**. Важче це зробити для точок, що лежать у середині клітинок картографічної сітки глобуса, які утворено відрізками двох сусідніх паралелей і меридіанів. За формою на глобусі вони в основному є рівнобедреними

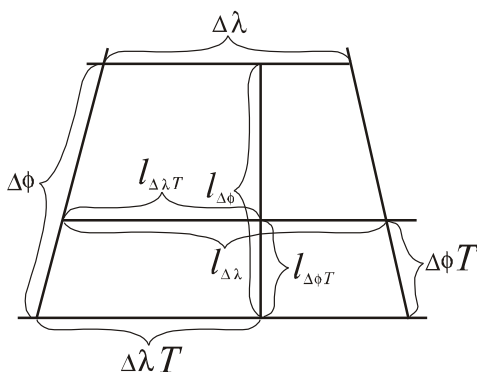


Мал. 7. Схема географічних координат точки на Земній кулі

сферичними трапеціями і тільки біля полюсів рівнобедреними сферичними трикутниками.

На глобусі здебільшого координати визначають тільки приблизно, оскільки точне визначення їх тут робити не зручно і досить складно, хоч можливо. Отже, для точного визначення на глобусі географічних координат конкретної точки земної поверхні, що знаходиться на північ від екватора і на схід від початкового меридіану, на глобусі необхідно виконати наступні дії:

- для знаходження географічної широти потрібно визначити за допомогою нитки і лінійки відстань в сантиметрах між основами трапеції (утворена відрізками паралелей і меридіанів), в якій знаходиться шукана точка ($l_{\Delta\phi}$);
- визначити відстань в сантиметрах від нижньої основи трапеції до шуканої точки ($l_{\Delta\phi T}$);
- оскільки відношення цих відстаней у сантиметрах буде пропорційним відношенню цих відстаней у градусній мірі, то із головної властивості пропорцій можна вивести формулу для того щоб знайти різницю широт;
- отже, щоб визначити різницю широт шуканої точки і нижньої основи трапеції ($\Delta\phi T$) необхідно відстань $l_{\Delta\phi T}$ помножити на різницю широт двох основ трапеції ($\Delta\phi$) і поділити на відстань $l_{\Delta\phi}$. Виконавши дії на калькуляторі, отримаємо число, яке можна заокруглити до першого знака після коми. Воно відповідатиме шуканій різниці широт (з точністю до $0,1^\circ$);
- до географічної широти нижньої основи додамо ($\Delta\phi T$) і знайдемо географічну широту точки (ϕT).



- для знаходження географічної довготи необхідно розмістити нитку так, щоб вона йшла через шукану точку і перетинала бічні сторони трапеції на однакових відстанях від основ. За одним прикладанням нитки фіксуємо відстань в сантиметрах між бічними сторонами трапеції ($l_{\Delta\lambda}$) та від західної бічної сторони трапеції до шуканої точки ($l_{\Delta\lambda T}$);
- оскільки відношення цих відстаней у сантиметрах буде пропорційним відношенню цих відстаней у градусній мірі, то із головної властивості пропорцій можна вивести формулу для того щоб знайти різницю довгот;
- отже, щоб визначити різницю довгот шуканої точки і західної бічної сторони трапеції ($\Delta\lambda T$) необхідно відстань $l_{\Delta\lambda T}$ помножити на різницю довгот двох бічних сторін трапеції ($\Delta\lambda$) і поділити на відстань $l_{\Delta\lambda}$ між бічними сторонами трапеції. Виконавши дії на калькуляторі, отримаємо число, яке можна заокруглити до першого знака після коми. Воно відповідатиме шуканій різниці довгот (з точністю до $0,1^\circ$);

- до географічної довготи західної бічної сторони додаємо величину ($\Delta\lambda T$) і знаходимо географічну довготу точки (λT).

Якщо географічні координати на глобусах значно важче визначати ніж на деяких картах, то знаходити найкоротші відстані між будь якими двома точками на земній поверхні (**ортодромії**) тут визначати дуже легко. Це можна виконувати завдяки тому, що кожний справжній глобус виконаний завжди у певному конкретному масштабі, який є правильним на кожному фрагменті поверхні глобуса.

Масштаб це відношення, що відображає ступінь зменшення зображення на картографічному творі. Масштаб найзручніше виражати дробом, чисельник якого дорівнює одиниці, а знаменник є величиною, що вказує, у скількох разів здійснюється зменшення (для зручності запису риску дробу замінюють значком ділення). Такий запис масштабу ще називають **числовим масштабом**.

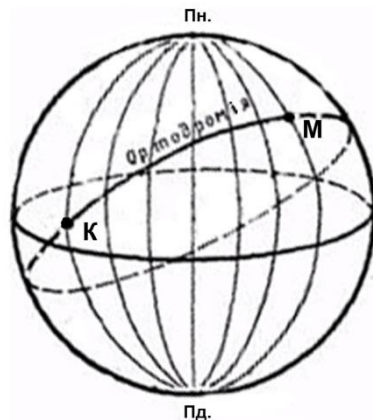
У школах України найбільш поширені глобуси створені у масштабі 1:40 000 000, тобто довжини усіх відстаней на них зменшені у 40 000 000 разів. Очевидно, що чим більший знаменник масштабу, тим більше зменшення розмірів глобуса, тобто тим дрібніший їх масштаб. Так, на телуріях, які моделюють рух Землі навколо Сонця, використовуються глобуси створені у масштабі 1 : 80 000 000, тобто у два рази дрібнішого масштабу.

Для визначення відстаней між точками на глобусі зручніше користуватися **іменованим масштабом**, який відрізняється від числового записом, тобто у ньому біля кожного числа записана назва одиниці вимірювання. Наприклад числовий масштаб 1: 40 000 000 можна перетворити в іменований який буде мати такий вигляд запису – в 1 см – 400 км. Його також вказують на глобусах і картах.

Отже, для визначення ортодромій на глобусі, потрібно відстань між точками на поверхні глобуса виміряти за допомогою нитки. Тоді відрізок нитки прикласти до лінійки, визначити його довжину і помножити на іменований масштаб.

Про задачі

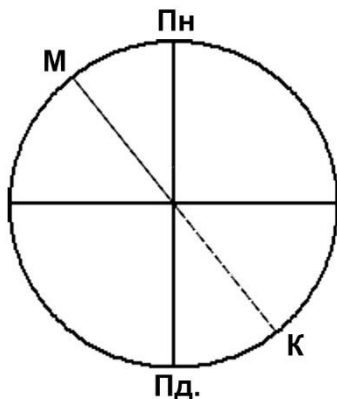
Використовуючи можливість задавати розміщення точок географічними координатами можна створити цілий цикл різнопланових задач, які передбачають як встановлення географічних координат, визначення масштабів, визначення відстаней і т. ін. До того ж після огляду цієї теми тут пропонуються і задачі які базуються на поєднанні обох тем.



Мал. 8. Ортодромія між точками К та М.

Задачі з розв'язком

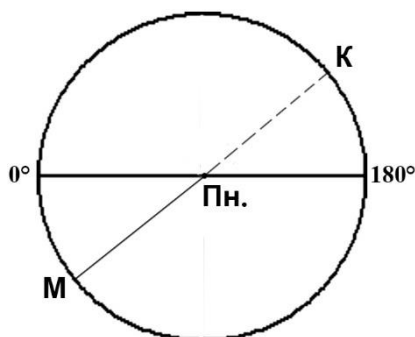
Задача 1. Визначте географічні координати точки, яка на Земній кулі є протилежною до точки з координатами 52° пн. ш. і 38° сх. д.



Мал. 9. Знаходження широти протилежної точки

Розв'язок

1. Кут $\phi_1 = \phi_2 = 52^\circ$ (мал. 9). Отже широта точки К, яка є протилежною до точки М становить 52° пд. ш.

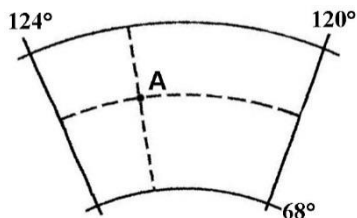


Мал. 10. Знаходження довготи протилежної точки

2. Кут $\lambda_1 = \Delta\lambda_2 = 38^\circ$ (мал. 10). Отже довгота меридіана точки К, яка є протилежною до точки М становить: $180^\circ - 38^\circ = 142^\circ$ зх. д.

Відповідь: протилежна має координати 52° пд. ш. і 142° зх. д.

Задача 2. На рисунку відображено розміщення точки у клітинці картографічної сітки глобуса. Визначте географічну широту цієї точки з точністю до $0,1^\circ$.



Мал. 11. Відображення точки у клітинці картографічної сітки глобуса

Розв'язок

1. Передусім встановимо (мал. 11), що якщо інтервал картографічної сітки 4° , то широта північнішої від точки паралелі 64° пд. ш., оскільки меридіани зближуються у південному напрямку.

2. Визначимо відстань одним прикладанням нитки між паралелями і від паралелі 64° пд. ш. до точки А. Вони становлять відповідно 2,2 см та 1,0 см. Методом пропорцій знайдемо $\Delta\phi$:

$$2,2 \text{ см} : 1,0 \text{ см} = 4^\circ : \Delta\phi;$$

$$\Delta\phi =$$

$$\phi = 64^\circ + 1,8^\circ = 65,8^\circ \text{ пд. ш.}$$

3. Визначимо відстань одним прикладанням нитки між меридіанами і від меридіану 120° зх. д. до точки А. Вони становлять відповідно 2,0 см та 3,0 см. Методом пропорцій знайдемо $\Delta\lambda$:

$$3,0 \text{ см} : 2,0 \text{ см} = 4^\circ : \Delta\lambda;$$

$$\Delta\lambda =$$

$$\lambda = 120^\circ + 2,7^\circ = 122,7^\circ \text{ зх. д.}$$

Відповідь: точка має координати 68° пд. ш. і $122,7^\circ$ зх. д.

Задача 3. Визначте іменований і числовий масштаби глобуса радіусом 12,742 см.

Розв'язок

Відповідь: числовий масштаб глобуса 1: 500000000, а іменований – в 1 см – 500 км.

Задача 4. Відстань виміряна на глобусі між Римом і Бухарестом склала 3,75 см. Яка реальна відстань між цими столицями держав, якщо масштаб глобуса 1: 40 000 000?

Розв'язок

1.

$$2. 3,75 \text{ см} * 400 \text{ км} / \text{см} = 1500 \text{ км}$$

Відповідь: відстань від Риму до Бухаресту становить 1500 км.

Задачі для розв'язку

1. 2.1. Визначте географічні координати точки, яка на земній кулі є

протилежною до точки 28° пд. ш. і 134° зх. д.

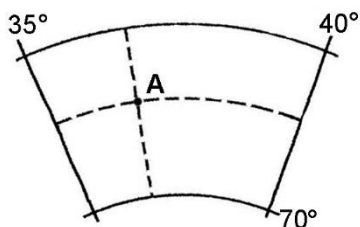
1.2.2. Точка К знаходиться на меридіані 88° зх. д. Визначте географічні координати протилежної до неї точки, якщо відомо, що точка К розміщена на відстані 5000 км на північ від екватора.

1.2.3. Визначте координати точки Р, яка є протилежною до точки А, про яку відомо, що вона за широтою віддалена від південного полюса на 38° , а від меридіана 180° на 96° у східному напрямку.

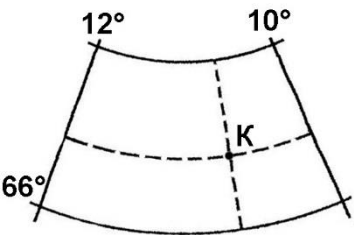
1.2.4. Визначте координати точки К, яка є протилежною до точки Т, про яку відомо, що вона за широтою віддалена від північного полюса на 44° , а від меридіана 180° на 77° у західному напрямку.

1.2.5. Точка М має географічні координати 34° пд. ш. і 148° сх. д. Визначте географічні координати найвіддаленіших точок від кола, яке проходить через точку М і точку протилежну до неї. Коло побудоване так, що дані протилежні точки на ньому лежать найближче до полюсів.

1.2.6. Точка К знаходиться на меридіані 18° сх. д. на відстані приблизно 5000 км на північ від південного полюса. Визначте географічні координати найвіддаленіших точок від кола, яке проходить через точку К і точку протилежну до неї. Коло побудоване так, що дані протилежні точки на ньому лежать найближче до полюсів.



Мал. 13. Відображення точки у клітинці картографічної сітки глобуса



Мал. 14. Відображення точки у клітинці картографічної сітки глобуса

1.2.7. На рисунку (мал. 13) відображено розміщення точки А на фрагменті картографічної сітки глобуса. Визначте географічні координати точки з точністю до $0,1^{\circ}$.

1.2.8. Визначте іменований і числовий масштаби глобуса діаметром 31,855 см.

1.2.9. Визначте іменований і числовий масштаби глобуса довжиною меридіана від екватора до полюса 100 мм.

1.2.10. Визначте іменований і числовий масштаби глобуса, на якому довжина відрізка меридіана від екватора до паралелі 45° пд. ш. становить 40 см.

1.2.11. На рисунку (мал. 14) відображено розміщення точки К на фрагменті картографічної сітки глобуса. Визначте географічні координати точки з точністю до $0,1^{\circ}$.

1.2.12. Визначте іменований і числовий масштаби глобуса, на якому довжина відрізка меридіана між паралелями 45° пн. ш. і 45° пд. ш. становить 25 см.

1.2.13. Визначте головний іменований і числовий масштаби карти для створення якої використано глобус, на

якому довжина відрізка меридіана від паралелі 45° пн. ш. до полюса становить 12,5 см.

1.2.14. Визначте головний іменований і числовий масштаби глобуса, на якому довжина відрізка екватора від точки 60° зх. д. до 120° сх. д. становить 20 см.

1.2.15. Відстань виміряна на глобусі між Софією і Вадуцом склала 2,9 см. Яка реальна відстань між цими столицями держав, якщо масштаб глобуса 1: 50 000 000?

1.2.16. Відстань між Белградом і Києвом становить 1300 км. Яка буде відстань між цими столицями держав на глобусі, масштаб якого 1: 50 000 000?

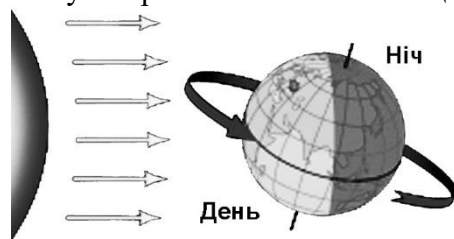
1.2.17. Відстань виміряна на глобусі між Віднем і Лісабоном становить 5,32 см, а ортодромія – 2660 км. Визначте іменований і числовий масштаби глобуса на якому здійснені вимірювання.

3. ДОБОВИЙ РУХ. МІСЦЕВИЙ І ПОЯСНИЙ ЧАС, ЛІНІЯ ЗМІНИ ДАТ

Земля обертається навколо уявної осі із заходу на схід, тобто проти годинникової стрілки. Проміжок часу за який планета здійснює один повний оберт навколо своєї осі називають добою, а тому обертання навколо осі ще називають добовим обертанням. Однак варто знати, що науковці розрізняють зоряну і сонячну добу.

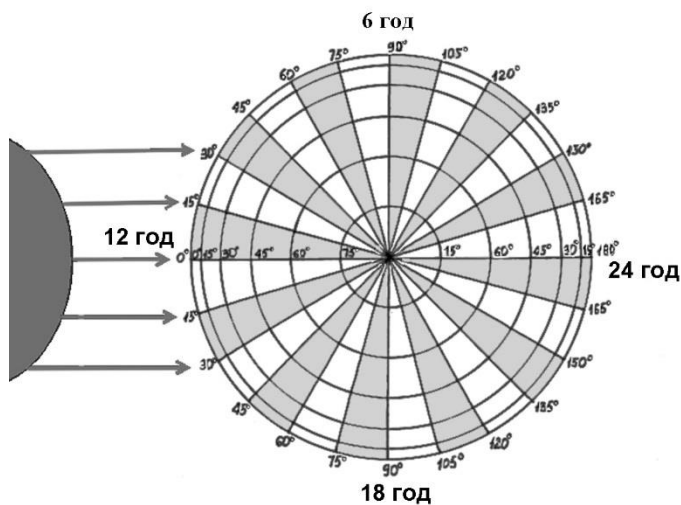
Зоряна доба — проміжок часу між двома послідовними кульмінаціями зірки (найвищим положенням її над горизонтом) через меридіан точки спостереження. За зоряну добу Земля робить повний оберт навколо своєї осі. Вона дорівнює 23 год. 56 хв. 04 с.

Сонячна доба — проміжок часу між двома послідовними проходженнями центра Сонця через меридіан точки спостереження. У зв'язку з тим, що Земля одночасно здійснює рух навколо Сонця, сонячна доба довша від зоряної і дорівнює 24 годинам. У практичних цілях користуються саме сонячною, а не зоряною добою.



Мал. 14. Добовий рух Землі

Кожен меридіан на будь який конкретний момент часу займає своє відмінне від усіх інших меридіанів положення відносно сонця. Такий час на меридіані в конкретний момент називають **місцевим** або *середнім сонячним часом*. Чітко фіксуються у добовому русі два положення відносно сонця. Момент коли меридіан розміщений точно напроти сонця, тобто сонце для спостерігача на Землі перебуває у найвищій точці, називають полуднем або точно 12 годиною дня. Наприклад якщо Грінвіцький меридіан перебуває точно напроти сонця, то на ньому 12 год. за місцевим часом, на меридіані 1° зх. д. у цей момент 11 год. 56 хв., а на меридіані 1° сх. д. – 12 год. 04 хв. Друге чітко фіксоване положення меридіана відповідає 24 годині (півночі) – коли меридіан знаходить строго з протилежної сторони від сонця.



Мал. 15. Розташування меридіанів відносно Сонця у момент коли на нульовому меридіані полудень - 12 год

Оскільки за 24 години Земля робить повний оберт, то за одну годину кут повороту становитиме 15° ($360^\circ : 24 \text{ год.}$). Звідси можна встановити, що на 1° наша планета повертається за 4 хвилини ($60 \text{ хв.} : 15^\circ$). Цих даних достатньо, щоб можна було визначити місцевий час на конкретний момент на будь-якій довготі. З іншої сторони знаючи різницю у місцевому часі між двома пунктами на земній поверхні, можна знайти різницю їх географічних довгот чи реальну довготу одно з пунктів за другою відомою довготою. Тому місцевий час здавна використовували для встановлення географічної довготи перебування суден у океані чи інших географічних об'єктів

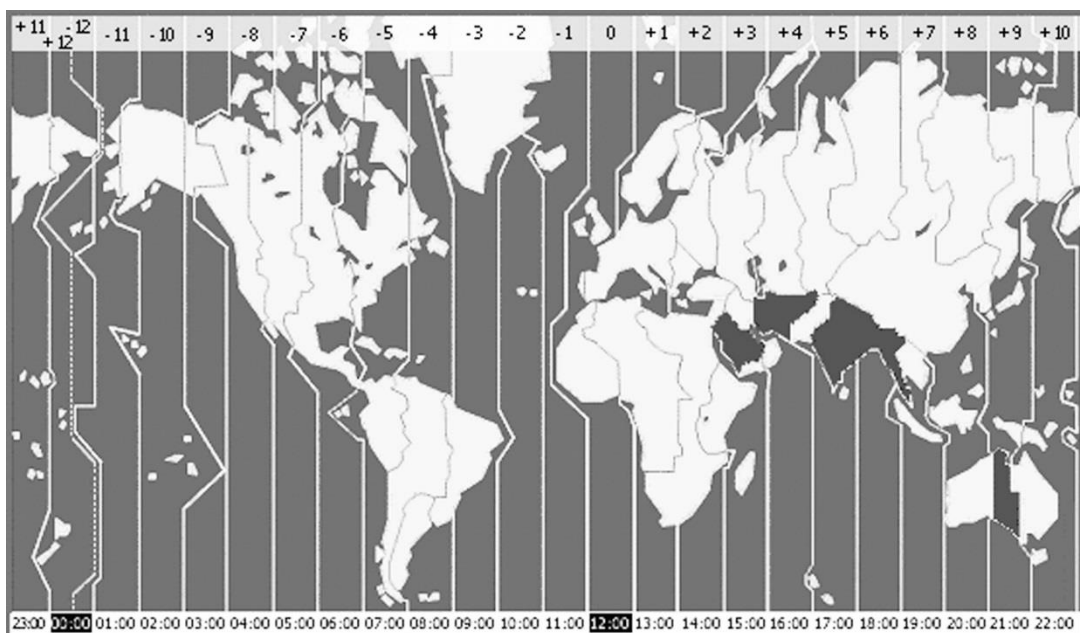
Однак користуватись місцевим часом для відліку часу у повсякденному житті незручно. Тому цю проблему вирішили шляхом запровадження поясного часу. Використання його запропоноване ще в 1876 р. канадським інженером С. Флемінгом, а вперше почали користуватися поясным часом від 1883 року в США. Вже у 1884 році він був прийнятий Міжнародним астрономічним конгресом. Суть вирішення проблеми відліку часу насамперед полягала у тому, що поверхня земної кулі умовно була поділена на 24 меридіональні смуги, що простягаються від одного до другого полюса, а довготному напрямі вони мали б простягатись на 15° . У межах такої смуги місцевий час на меридіанах, що

*розмежовують ці смуги відрізняється на 1 год, а тому їх назвали **годинними поясами**.*

Відлік поясів почали від нульового меридіана, а тому пояс, що мав би простягатися від $7,5^{\circ}$ зх. д. до $7,5^{\circ}$ сх. д. назвали нульовим. Пояс східніший від нього назвали першим, наступний – другим і так до двадцять третього, який прилягає до нульового із заходу. Однак межі поясів насправді йдуть строго вздовж меридіанів тільки у межах відкритого океану, де немає територіальних володінь держав. На суходолі вони враховують простягання державних кордонів чи адміністративних одиниць у великих за територіями країнах, а тому точно знати за часом якого годинного поясу живе кожен конкретний населений пункт можна тільки з картою годинних поясів.

Поясний час з наукової точки зору – *це час, який за значенням відповідає місцевому часу на середньому меридіані поясу, який має довготу у градусах кратну числу 15*. Так у країнах, які живуть за часом нульового поясу годинники відображають місцевий час нульового меридіана, у першому – 15° сх. д, у другому – 30° сх. д. і т. д. Номер годинного поясу у східній півкулі відповідає кількості годин, на які поясний час у них відрізняється від часу нульового поясу (Гринвіцького меридіану). Так, у 5-му поясі поясний час відповідає місцевому на меридіані 75° сх. д. ($15^{\circ} \cdot 5$).

Місцевий час на Гринвіцькому меридіані вважають не тільки поясним часом нульового поясу, але ще і **всесвітнім часом**, оскільки за ним звіряють час в усіх державах світу.



Мал. 16. Картосхема годинних поясів світу

Ще одне важливе питання, яке потрібно було вирішити, це те який саме меридіан має започатковувати нову добу. Було вирішено, що найкраще закріпити цю роль за меридіаном 180° , який в основному проходить просторами Тихого океану або перетинає відносно невеликі малозаселені території суходолу. Однак, оскільки ділянки суходолу належать певним державам, то лінія початку нової доби тут подекуди значно відходить від меридіана 180° (в окремих місцях навіть на 10° довготи). Цю лінію, яка першою зустрічає нову добу, назвали **лінією зміни дат**. Така її назва пов'язана з тим, що перетинаючи лінію зміни дат у напрямку із заходу на схід, ми потрапляємо ніби у вчорашній день, тобто отримуємо можливість прожити ще раз у одному і тому самому календарному дні. Так, наприклад, якщо ми вирушимо з населеного пункту, який розміщений декілька кілометрів на захід від лінії зміни дат, о 12-й годині дня 22 грудня і через пів години потрапимо у поселення, що розміщене східніше лінії зміни дат, то переконаємось, що на годинниках там буде 12 год. 30 хв., але не 22, а 21 грудня.

Перетинаючи лінію зміни дат у напрямку із сходу на захід ми опинимось у новому дні, проминувши одну цілу добу. *Отже, на земній кулі в один і той самий момент часу завжди існує дві дати, які розділені лінією зміни дат.* Однак саме місцевий час меридіану 180° започатковує нову добу, перетинаючи уявну лінію у космічному просторі, яка розміщена у цей конкретний момент протилежно до сонця на іншому боці Землі. У момент її перетину місцевий час стає на цьому меридіані становить 24 години або 0 годин нової доби. Рухаючись далі у східному напрямку меридіан 180° ніби «витягує» за собою нову добу.

Тому коли він займе положення напроти сонця, яке відповідає 12 годині дня за місцевим часом, то у цей момент рівно на половині земної кулі буде нова дата, а на другій половині – стара.

Дванадцятий годинний пояс живе за місцевим часом меридіана 180° , а лінія зміни дат ділить його на дві відмінні за відліком часу частини. Так, щоб встановити поясний час у частині цього поясу, яка лежить західніше лінії зміни дат, потрібно до всесвітнього часу додати 12 годин, а у частині поясу, що розташовано східніше неї – треба від всесвітнього відняти 12 годин. У тринадцятому поясі потрібно вже від часу на Гринвічі вже віднімати 11 год, 14-му – 10 год. і т. д.

З 1990 року Україна живе за поясним часом другого годинного поясу, який відрізняється від всесвітнього на дві години. Тобто, нова доба починається в Україні на дві години раніше, ніж у Лондоні. Разом з нашою державою у другому поясі розміщені такі країни, як Фінляндія, Румунія, Болгарія, Греція та ін.

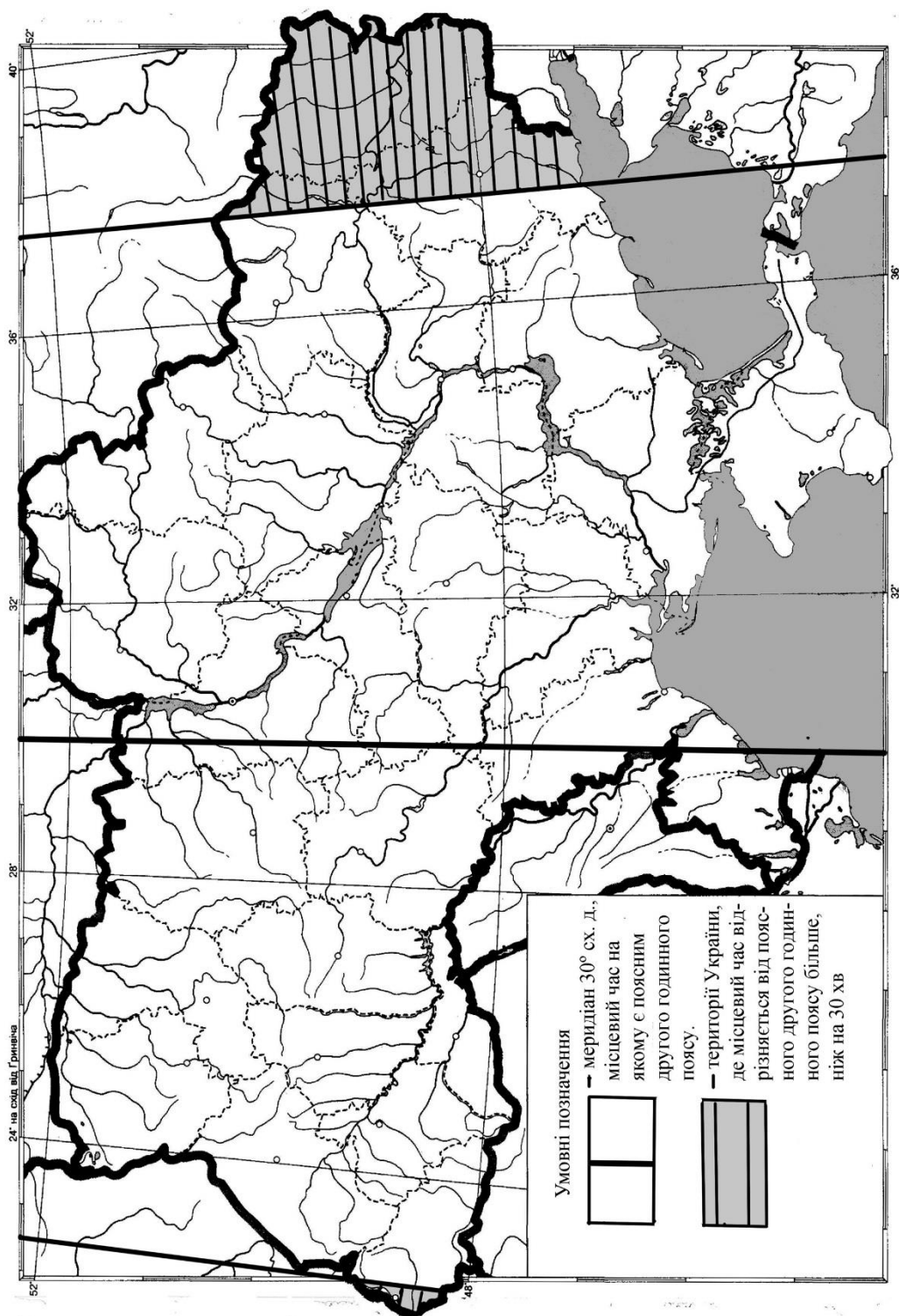
Середній меридіан другого годинного поясу — 30° східної довготи проходить у кількох кілометрах західніше міста Києва і ділить територію України на дві майже рівні частини. Поблизу крайньої східної точки України у Луганській області день настає на 40 хвилин раніше, а поблизу міста Чоп Закарпатської області, біля західного кордону, на 31 хвилину пізніше, ніж на тридцятому меридіані. Отже, на всій території України зручно користуватися поясним часом другого годинного поясу, який ще називають **східноєвропейським**, а у нашій державі **київським**.

В останню неділю березня стрілки годинників переводять на одну годину вперед. Запроваджується так званий «**літній**» час. З кінця жовтня Україна знову переходить на поясний час. Тобто, впродовж цього весняно-літньо-осіннього періоду ми живемо за часом меридіана 45° сх. д., який віддалений від крайньої східної точки України на відстань близько 360 км. Запровадження «літнього» часу дає можливість змістити початок робочого дня і повніше використати світлу частину доби. Ми переводимо стрілки годинника разом з іншими сусідніми державами, що дуже важливо для узгодження роботи залізничного та авіаційного транспорту.

Про задачі

Для розв'язування задач на визначення часу дуже важливо уважно прочитати умову і чітко скласти собі уявлення про який саме час ідеться. Однак якщо необхідно за відомим поясним часом в одній точці визначити місцевий в іншій, чи навпаки, то найзручніше спочатку встановити всесвітній час, а від нього вже розрахувати час заданий у задачі.

Задачі на час можна формулювати, орієнтуючись на наявність карти годинних поясів. Якщо використання карти неможливе, то зміст формулюється дещо по іншому. Однак різноманітність за формулюванням задач може бути дуже велика. Розв'язок типових пропонується нижче.



Мал. 17. Відмінність у місцевому часі на території України

Задачі з розв'язком

Задача 1. Місцевий час на меридіані 52° зх. д. 6 год. 40 хв. Який місцевий час на цей момент на меридіані 52° сх. д.?

Розв'язок

1. 52° д. $\cdot 4$ хв./град. = 208 хв. = 3 год. 28 хв. – різниця у часі між меридіанами 52° зх. чи сх. д. і початковим меридіаном.
2. 6 год. 40 хв. + 3 год. 28 хв. = 10 год. 08 хв. – всесвітній час на даний момент;
3. 10 год. 08 хв. + 3 год. 28 хв. = 13 год. 36 хв.

Відповідь: на меридіані 52° сх. д. місцевий час становитиме 13 год. 36 хв.

Задача 2. За київським часом 10 год. 38 хв. Який поясний час на цей момент на меридіані 112° сх. д. у Північному Льодовитому океані.

Розв'язок

1. 10 год. 38 хв. – 2 год. = 8 год. 38 хв. – всесвітній час на даний момент;
2. Щоб знайти поясний час на меридіані, спочатку потрібно знайти, у якому поясі він знаходиться. Оскільки йдеться у задачі про Північний Льодовитий океан, де межі поясів межі поясів проходять чітко на відстані $7,5^\circ$ від середнього меридіану поясу ($0,5$ ширини поясу, що на нейтральній території завжди становить 15°), то розташування меридіану у поясі можна за допомогою ділення довготи на 15° :
 112° сх. д. : $15^\circ = 7,47$. Оскільки $7,47$ менше $7,5$, то з цього слідує, що меридіан 112° сх. д. знаходиться у 7-му годинному поясі, а не 8-му.
3. 8 год. 38 хв. + 7 год. = 15 год. 38 хв.

Відповідь: на меридіані 112° сх. д. у Північному Льодовитому океані поясний час становитиме 15 год. 38 хв.

Задача 3. За київським часом 15 год. 45 хв. Який місцевий час на цей момент у місті Рахів (довгота $24,25^\circ$ сх. д.)?

Розв'язок

1. 15 год. 45 хв. – 2 год. = 13 год. 45 хв. – всесвітній час на даний момент;
2. $24,25^\circ$ сх. д. $\cdot 4$ хв./град = 97 хв. = 1 год. 37 хв. – різниця у часі між меридіаном Рахова і часом початкового меридіану (всесвітнім часом).
3. 13 год. 45 хв. + 1 год. 37 хв. = 15 год. 22 хв.

Відповідь: коли за київським часом 15 год. 45 хв. то місцевий час на цей момент у місті Рахові становитиме 15 год. 22 хв.

Задача 4. На меридіані 44° зх. д. місцевий час 11 год. 16 хв. Котра година на цей момент за київським «літнім» часом?

Розв'язок

1. 44° д. $\cdot 4$ хв./град. = 176 хв. = 2 год. 56 хв. – різниця у часі між меридіаном 44° зх. д. і початковим меридіаном.
2. 11 год. 16 хв. + 2 год. 56 хв. = 14 год. 12 хв. – всесвітній час на даний момент;
3. 14 год. 12 хв. + 3 год. = 17 год. 12 хв.

Відповідь: за київським «літнім» часом 17 год. 12 хв.

Задача 5. За місцевим часом у Івано-Франківську ($24,75^\circ$ сх. д.) 22 год. 42 хв. Котра година на цей момент за київським «літнім» часом?

Розв'язок

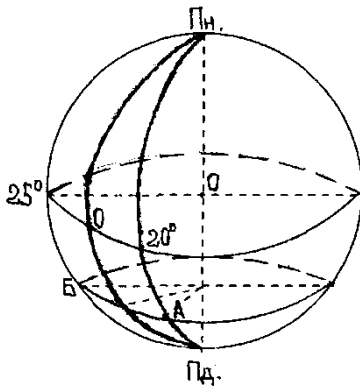
1. $24,75^\circ$ д. $\cdot 4$ хв./град. = 99 хв. = 1 год. 39 хв. – різниця у часі між меридіаном Івано-Франківська і початковим меридіаном.
2. 22 год. 42 хв. – 1 год. 39 хв. = 21 год. 03 хв. – всесвітній час на даний момент;
3. 21 год. 03 хв. + 3 год. = 24 год. 03 хв. = 0 год. 03 хв. нової доби.

Відповідь: за київським «літнім» часом 0 год. 03 хв. нової доби.

Задача 6*. Точки А і Б лежать на паралелі 58° пд. ш, довжина якої 21240 км. На глобусі масштабу 1:30000000 відстань між цими точками, виміряна вздовж паралелі, становить 8,85 см. Географічна довгота точки А – 20° сх. д. Який поясний і місцевий час у точці Б, якщо вона лежить західніше точки А, у якій на цей момент на годинниках була 1 год. 24 хв. 1 січня 2011 року?

Розв'язок

1. Передусім, перетворивши числовий масштаб на іменований, визначимо відстань між точками вздовж паралелі на земній кулі:
 $8,85 \text{ см} \times 300 \text{ км} = 2655 \text{ км}.$
2. $21240 \text{ км} : 360^\circ = 59,0 \text{ км}.$ – довжина 1° на паралелі 58° пд. ш.
3. $2655 \text{ км} : 59 \text{ км} = 45^\circ$ – різниця широт між точками А і Б.
4. Для зручності знаходження довготи точки Б та подальшого розв'язку задачі можна розглянути малюнок (мал.. 18.):



Мал. 18. Відображення точок на Земній кулі.

Отже, якщо точка Б від точки А західніше на 45° , то вона і західніше початкового меридіану:

$$20^\circ \text{ сх. д.} - 45^\circ = 25^\circ \text{ зх. д.}$$

5. Щоб знайти час на Гринвічі, спочатку потрібно знайти, у якому поясі знаходиться точка А:
 $20^\circ : 15^\circ = 1,33;$
 Оскільки 1,33 менше 1,5, то з цього слідує, що меридіан точки А знаходиться у 1-му годинному поясі, а не у 2-му.
6. 1 год. 24 хв. – 1 год. = 0 год. 24 хв. – час на Гринвічі на заданий момент.
7. $25^\circ \times 4 \text{ хв.} = 100 \text{ хв.} = 1 \text{ год.} 40 \text{ хв.}$ – різниця в місцевому часі між Гринвічем і точкою Б:
8. 0 год. 24 хв. – 1 год. 40 хв. = 22 год. 44 хв. 31 січня 2010 року – місцевий час у точці Б.
9. За аналогією з дією 5 знайдемо пояс, у якому знаходиться точка Б:
 $25^\circ : 15^\circ = 1,67;$
 Оскільки 1,67 більше 1,5, то з цього слідує, що меридіан точки Б знаходиться у годинному поясі, час у якому на 2 години «раніший» від часу

на Гринвічі (часу нульового поясу), тобто у 22-му.

10. Отже, поясний час точки Б становить:

0 год. 24 хв. – 2 год. = 22 год. 24 хв. 31 січня 2010 року.

Відповідь: Місцевий час у точці Б 22 год. 44 хв. (31 січня 2010 року), а поясний – 22 год. 24 хв. (31 січня 2010 року).

Задача 7*. На острові А, який розміщений в Антарктиці у сьомому годинному поясі, поясний час становив 14 год. 12 хв. Визначте довготу острова Б та його місцевий час на цей момент, який відстає від власного поясного на 24 хв. та на 5 год. від поясного на острові В (місцевий тут випереджає місцевий на меридіані 75° сх. д. на 48 хвилин). (**10 балів**).

1. Оскільки в Антарктиці межі годинних поясів ідуть строго через кожні 15° , то острів В знаходиться у шостому годинному поясі. Адже $75^\circ : 15^\circ = 5$, тобто це середній меридіан п'ятого годинного поясу. Оскільки різниця у 48 хв. більша від 30 хв., то на острові В поясний час відповідає місцевому часу меридіану не 75° сх. д., а 90° сх. д.)
2. Поясний час у шостому годинному поясі:
 $14 \text{ год. } 12 \text{ хв.} - 1 \text{ год.} = 13 \text{ год. } 12 \text{ хв.}$
3. Поясний час на острові Б:
 $13 \text{ год. } 12 \text{ хв.} - 5 \text{ год.} = 8 \text{ год. } 12 \text{ хв.}$ (перший пояс).
4. Місцевий час на острові Б:
 $8 \text{ год. } 12 \text{ хв.} - 24 \text{ хв.} = 7 \text{ год. } 48 \text{ хв.}$
5. Довгота острова Б: Оскільки середній меридіан поясу, місцевий час на якому відповідає поясному становить, 15° сх. д., то довгота острова буде $15^\circ - (24 \text{ хв.} : 4 \text{ хв./град.}) = 15^\circ - 6^\circ = 9^\circ$ сх. д.

Відповідь: довгота острова Б становить 9° сх. д., а його місцевий час – 7 год. 48 хв.

Задачі для розв'язку

1.3.1. Місцевий час на меридіані 154° сх. д. 18 год. 40 хв. Який місцевий час на цей момент на меридіані 16° зх. д.?

1.3.2. На меридіані 63° сх. д. полудень за місцевим часом. Який місцевий час на цей момент на меридіані $36,5^\circ$ зх. д.?

1.3.3. На меридіані 79° сх. д. північ за місцевим часом. Який місцевий час на цей момент на меридіані $76,25^\circ$ зх. д.?

1.3.4. У Варшаві (21° сх. д.) за місцевим часом 12 год. 15 хв. Який поясний час на цей момент в місті, яке живе за часом дев'ятого годинного поясу?

1.3.5. Місцевий час у м. Києві ($30,5^\circ$ сх. д.) 18 год. 40 хв. Який поясний час на цей момент на меридіані 176° сх. д.

1.3.6. У 12 годинному поясі 3 год. 42 хв. Який місцевий час на цей момент у Рейк'явіку (22° зх. д.)?

1.3.7. Місцевий час на меридіані 50° сх. д. становить 19 год. 35 хв. Який на цей момент київський «літній» час?

1.3.8. За місцевим часом у Миколаєві (32° сх. д.) 2 год. 42 хв. Котра година на цей момент поясного часу у 18 годинному поясі?

1.3.9. У 23 годинному поясі 6 год. 42 хв. Який місцевий час на цей момент у Токіо ($139,75^\circ$ сх. д.)?

1.3.10. У 22 годинному поясі 22 год. 54 хв. Який місцевий час на цей момент у Лос-Анджелесі ($118,25^\circ$ зх. д.)?

1.3.11. У Києві ($30,5^\circ$ сх. д.) за місцевим часом 18 год. 28 хв. Який поясний час на цей момент на меридіані 170° зх. д. у Тихому океані?

1.3.12. У точці М з координатами 0° ш. 12° сх. д. місцевий час становить 2 год. 55 хв. Який місцевий час на цей момент у точці К, яка віддалена від точки М на 5 000 км точно у західному напрямку?

1.3.13. Відстань між точками А і Т, які лежать на екваторі, на глобусі масштабом 1 : 40 000 000 становить 27,75 см. Який місцевий час на земній кулі у точці А, якщо у точці Т, яка лежить східніше точки А на цей момент 17 год. 18 хв.?

1.3.14. За київським «літнім» часом 7 год. 15 хв. Який місцевий час на цей моменту місті Києві ($30,5^\circ$ сх. д.)?

1.3.15. Визначте географічну довготу міста в Україні, місцевий час якого відрізняється від київського «літнього» часу на 28 хв.

1.3.16. Місцевий час у місті М, довгота якого 56° сх. д., а широта 20° пн. ш. становить 16 год. 24 хв. Який місцевий і поясний час на цей момент у протилежній точці?

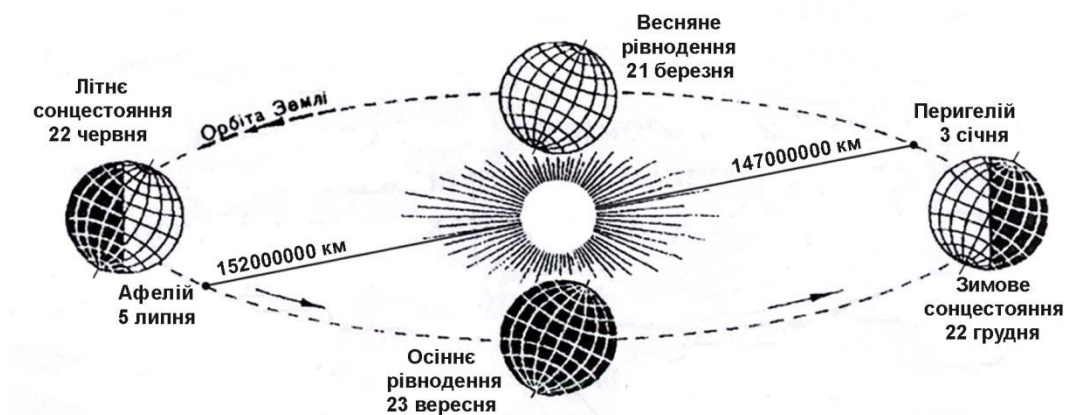
1.3.17. На глобусі відстань двома точками, що лежать на однаковій широті, визначена вздовж паралелі, становить 4,731 см. Який числовий масштаб цього глобуса якщо відомо, що різниця в місцевому часі між заданими точками на земній кулі становить 1 год. 36 хв, а радіус паралелі, на якій вони знаходяться 4520 км?

1.3.18. Точки А і Б лежать на паралелі 58° пд. ш, довжина якої 21240 км. На глобусі масштабу 1:30000000 відстань між цими точками, виміряна вздовж паралелі, становить 8,85 см. Географічна довгота точки А – 20° сх. д. Який поясний і місцевий час у точці Б, якщо вона лежить західніше точки А, у якій на цей момент на годинниках була 1 год. 24 хв. 1 січня 2011 року?

4. РІЧНИЙ РУХ ЗЕМЛІ ТА ЙОГО НАСЛІДКИ. ТРОПІКИ І ПОЛЯРНІ КОЛА

Земля – це планета Сонячної системи, а отже, як і всі інші, рухається навколо Сонця. *Орбіта Землі має форму еліпса*, який близький до кола. В одному з його фокусів знаходиться Сонце. Тому відстань від Землі до Сонця змінюється протягом року від 147 млн км — у *перигелії* (найближчій до Сонця точці

орбіти) до 152 млн км — в **афелії** (найвіддаленішій точці орбіти). Найближче до сонця Земля перебуває в січні, найдалше – у липні.



Мал. 19. Схема річного руху Землі навколо Сонця

*Земля рухається по орбіті з заходу на схід з середньою швидкістю близько 30 км/с. Увесь шлях за рік вона проходить за **365 днів 6 год. 9 хв. 9 с.***

Вісь добового обертання Землі нахилена до площини її орбіти під кутом $66,5^\circ$. Впродовж року, перебуваючи у різних точках орбіти, вона спрямована у тому самому напрямку («дивиться» північним полюсом на Полярну зірку). Це призводить до найважливіших географічних наслідків — *зміни пір року, а також тривалості дня і ночі на всіх широтах, окрім екватора.*

Якби земна вісь була перпендикулярна до площини орбіти, то день завжди на всіх широтах був би рівним ночі, сонячні промені на екваторі опівдні падали б завжди прямою, а з віддаленням від нього до полюсів зменшувався б до 0.

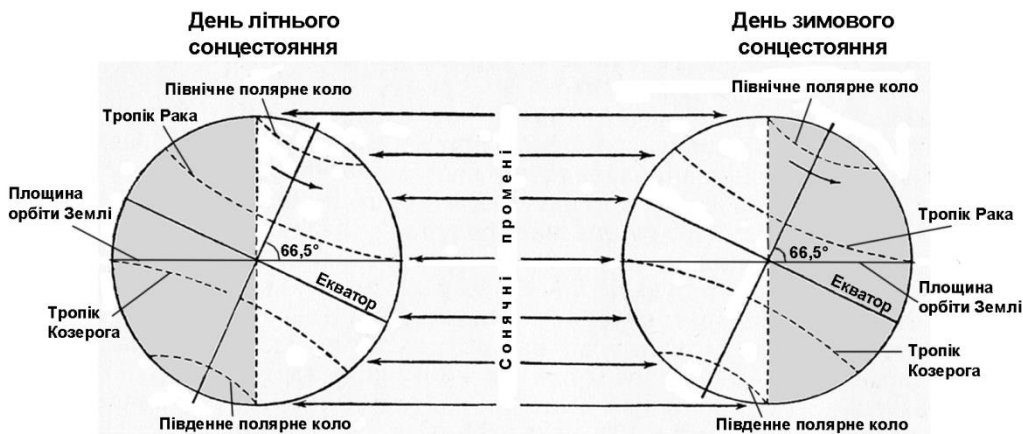
Оскільки північний полюс завжди спрямований на Полярну зірку, то за кутом, під яким її видно на різних паралелях північної півкулі можна встановити географічну широту паралелі. Тобто ці кути рівні за величиною. Тому у північній півкулі, визначивши кут під яким видно полярну зірку, встановлюють географічну широту точки.

Нахил земної осі до площини орбіти із збереженням її орієнтації в просторі зумовлює різний кут падіння сонячних променів у різні пори року. Це в свою чергу спричиняє відмінності у нагріванні земної поверхні на тих самих широтах, а також зміну тривалості дня і ночі на всіх широтах, окрім екватора.

Найбільшу кількість сонячної енергії отримує територія у тому випадку коли сонячні промені падають під прямим кутом до площини горизонту, тобто прямою. Таке положення сонця на небосхилі називають **сонцем у зеніті**. Займати його сонце може тільки опівдні за місцевим часом на територіях широти яких близькі до екватора. Дві найбільш віддалені від екватора паралелі, на яких тільки один день у році сонце буває у зеніті називають **тропіками**. На

північному тропіку (тропіку Рака) – паралелі $23,5^\circ$ північної широти промені опівдні падають прямовисно тільки **22 червня**. Саме у цей день, коли вісь Землі північним кінцем найбільше нахилена до Сонця, називають **днем літнього сонцестояння**.

22 грудня північний кінець земної осі найбільше відвернутий від Сонця.



Мал. 20. Схема розміщення Землі відносно сонця у дні літнього та зимового сонцестояння

Тоді небесне світило перебуває у зеніті на *південному тропіку* або *тропіку Козерога* ($23,5^\circ$ південної широти). Це **день зимового сонцестояння**.

Для розуміння причин різної тривалості дня на різних широтах необхідно проаналізувати орієнтацію **площини термінатора** – площини, яка розділяє освітлену і затемнену частину Земної кулі. У дні сонцестоянь вісь Землі утворює найбільший кут з площиною термінатора – $23,5^\circ$, а тому тривалість ночі і дня на широтах, де вони змінюються упродовж однієї доби, бувають найбільшими чи найменшими за тривалістю.

Так, 22 червня найдовший день у північній півкулі. На широтах між паралелями $66,5^\circ$ і 57° пн. ш. у цю дату спостерігаються так звані **білі ночі**. Так називають такі короткі ночі, коли смеркання після заходу сонця відразу переходить у світання перед його сходом, а отже темної ночі взагалі немає. На паралелі $66,5^\circ$ пн. ш. у день літнього сонцестояння сонце не заходить взагалі. Північніше цієї паралелі воно може не заходити або не сходити впродовж декількох діб, а на північному полюсі – півроку.

Таку ніч або день, які тривають одну добу і більше, називають **полярними**. А паралель $66,5^\circ$ пн. ш., яка розділяє частину півкулі, де впродовж року усі доби мають звичайні, хоч і різної тривалості, ніч і день з тією, де бувають полярні дні і ночі, називають **північним полярним колом**. У день зимового сонцестояння на північному полярному колі і північніше нього сонце не сходить, тобто триває полярна ніч.

Південне полярне коло має широту $66,5^\circ$ пд. ш. На ньому у день літнього сонцестояння 22 червня спостерігається полярна ніч, а коли на північному полярному колі полярна ніч, то на південному полярний день (22 грудня).

Отже, на широтах між полярними колами і полюсами полярні дні і ночі тривають від декількох діб до декількох місяців (пів року на полюсах). Решту року на цих широтах (крім полюсів) спостерігається звичайна зміна дня і ночі впродовж доби. На широтах близьких до полярних кіл улітку спостерігаються білі ночі, які можуть фіксуватися упродовж декількох діб.

Що ж відбувається з тривалістю дня і кутом падіння сонячних променів у інші дні між рівноденнями? Після 22 грудня у північній півкулі день починає збільшуватися. Це пов'язано з тим, що площина термінатора розвертається завжди у сторону сонця, а тому кут, який вона утворює з віссю Землі, зменшується. **21 березня** – площина термінатора займає таке положення, що вісь Землі повністю опиняється у цій площині, яка у цю дату розділяє всі паралелі навпіл. День усюди на Землі (крім полюсів) рівний ночі. Тому цю дату називають **днем весняного рівнодення**.

З 21 березня до 22 червня кут між віссю Землі і площиною термінатора знову зростає, сонце в зеніті переміщується на північний тропік. При русі Землі по орбіті від літнього до зимового сонцестояння **23 вересня** планета проходить точку **осіннього рівнодення**.

В усі інші дні, крім рівнодень на всіх широтах, окрім екватора, день і ніч змінюють свою тривалість впродовж року. Між широтами $66,5^\circ$ пн. ш. і $66,5^\circ$ пд. ш. протягом доби завжди буває день і ніч.

Сонце у дні рівнодень перебуває у зеніті над екватором. Північна і південна півкулі у ці дні освітлені однаково, вони отримують однакову кількість тепла. На паралелях між тропіками сонячні промені опівдні падають прямовисно (*сонце перебуває в зеніті*) двічі на рік. На екваторі це повторюється через пів року, на паралелях близьких до тропіка – у дати близькі до днів сонцестояння.

Отже, для спостерігача на Землі складається враження, що Сонце рухається впродовж року між тропіками. Північніше північного і південніше південного тропіків Сонце ніколи не буває у зеніті.

Однак впродовж року змінюється не тільки тривалість дня і висота сонця над горизонтом, але напрямки за якими сонце сходить і заходить. Тільки у дати коли дні рівні ночі сонце на усіх широтах сходить на сході та заходить на заході. На екваторі, день і ніч завжди тривають по 12 годин, сонце відповідно також кожної доби сходить на сході та заходить на заході. На інших широтах північної півкулі чим більша тривалість дня від 12 годин тим більше напрямок сходу сонця відхиляється у північному напрямку, а чим менший 12 годин – тим більше відхиляється у південному. У південній півкулі навпаки.

Зі зміною висоти Сонця над горизонтом змінюються пори року, сезонні ритми природи. Вони проявляються у зміні температур, вологості повітря та інших метеорологічних елементів, у режимі водойм, у житті рослин, тварин і т. д.

У результаті нахилу осі обертання до площини орбіти та річного руху на Землі утворилося *п'ять поясів освітлення, обмежених тропіками і полярними колами*. Вони відрізняються висотою полуденного Сонця, тривалістю дня, а відповідно й тепловими умовами.

Жаркий пояс лежить між тропіками, займаючи близько 40% земної поверхні. **Помірні пояси** (два) розташовуються між тропіками і полярними колами. Загальна площа помірних поясів складає 52% земної поверхні. **Холодні пояси** (два) — до півночі від північного і до півдня від південного полярних кіл, загальною площею 8% земної поверхні.

Пояси освітлення – основа кліматичної і природної зональності.

Про задачі

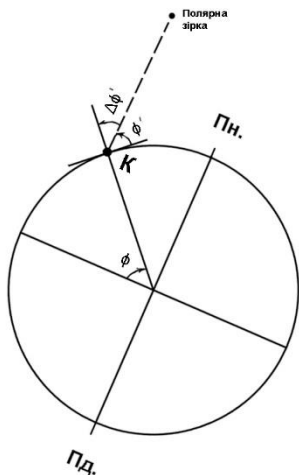
Для полегшення розв'язування задач на визначення географічної широти за висотою Полярної зірки, висоти сонця над горизонтом опівдні за місцевим часом доцільно розпочати із малюнка, на якому відображають коло Землі та прямі сонячні промені. Обов'язково відображають промінь сонця у зеніті, який продовжують до центра радіусом, а тоді в залежності від умови задачі відображають екваторіальний діаметр і інші задані в умові точки. Добре накреслений малюнок дозволяє легко знайти дві паралельні прямі, що перетинаються третьою січною і за подібністю кутів знайти розв'язок задачі.

Інші задачі ґрунтуються на розумінні поняття місцевого часу, та особливостей зміни тривалості дня на різних широтах.

Задачі з розв'язком

Задача 1. Полярну зірку у місті К було видно під кутом до прямовисної лінії 42° . Яка географічна широта міста?

Розв'язок



Мал. 21. Схема напрямку на Полярну зірку з міста К.

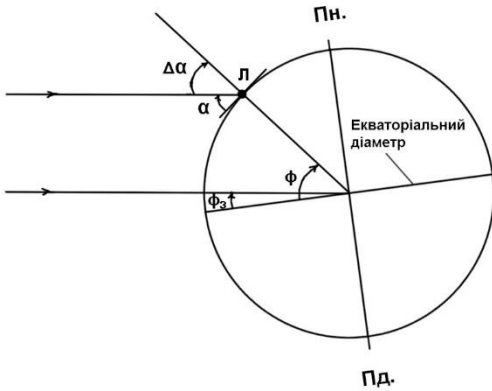
1. $90^\circ - 42^\circ = 48^\circ$ – кут між напрямком на полярну зірку у площині горизонту;

2. $\phi' = \phi = 48^\circ$ пн. ш.

Відповідь: географічна широта міста становить 48° пн. ш.

Задача 2. Сонце знаходиться в зеніті на паралелі 5° пн. ш. Яка висота Сонця над горизонтом у м. Луцьку ($50,75^\circ$ пн. ш.) опівдні за місцевим часом?

Розв'язок



Мал. 22. Кут падіння сонячних променів у м. Луцьку

1. Згідно теореми про дві паралельні прямі, що перетинаються третьою січною кут $\Delta \alpha =$ куту $\Delta \phi$.
Отже:

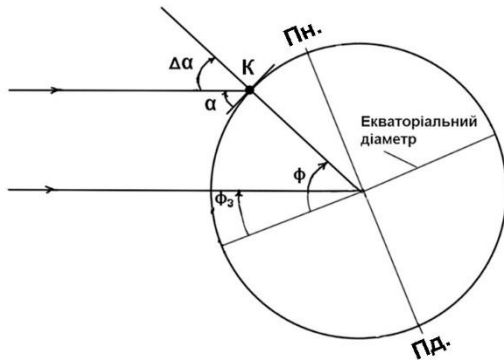
$$\Delta \phi = \phi - \phi_2 = 50,75^\circ - 5^\circ = 45,75^\circ;$$

$$2. 90^\circ - 45,75^\circ = 44,25^\circ;$$

Відповідь: висота Сонця над горизонтом у м. Луцьку $44,25^\circ$.

Задача 3. Опівдні за місцевим часом кут падіння сонячних променів у місті Києві ($50,5^\circ$ пн. ш.) становив 60° . На якій широті у цей день Сонце перебувало у зеніті?

Розв'язок



Мал. 23. Кут падіння сонячних променів у м. Києві

1. Якщо б у задачі йшлося про день рівнодення, то висота сонця становила б: $90^\circ - 50,5^\circ = 39,5^\circ$;

2. Оскільки кут падіння сонячних променів становить 60° , тобто більше $39,5^\circ$, то з цього слідує, що Сонце знаходиться у зеніті у північній півкулі, а при цьому:

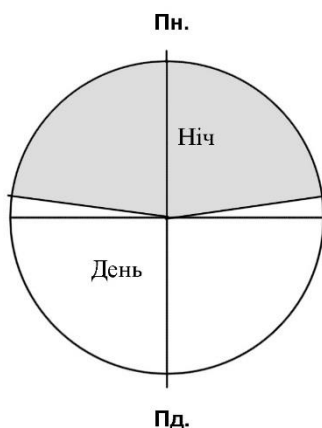
$$\Delta \phi = \Delta \alpha = 90^\circ - 60^\circ = 30^\circ;$$

3. Отже, якщо $\phi - \phi_2 = 30^\circ$, то $\phi_2 = \phi - 30^\circ = 50,5^\circ - 30^\circ = 20,5^\circ$ пн. ш.

Відповідь: Сонце перебувало у зеніті у Києві заданого дня на паралелі $20,5^\circ$ пн. ш.

Задача 4. Тривалість дня у Києві ($30,5^\circ$ сх. д.) 13 год. 20 хв. О котрій годині за київським «літнім» часом цього дня зійшло сонце у місті?

Розв'язок



Мал. 24. Співвідношення тривалості дня і ночі м. Києві

1. $24 \text{ год} - 13 \text{ год. } 20 \text{ хв.} = 10 \text{ год. } 40 \text{ хв.}$ – тривалість ночі.
2. $10 \text{ год. } 40 \text{ хв.} : 2 = 5 \text{ год. } 20 \text{ хв.}$ – місцевий час сходу сонця, оскільки 0 год. За місцевим часом ділять ніч рівно пополам.
3. $30,5^\circ * 4 \text{ хв./град.} = 122 \text{ хв.} = 2 \text{ год. } 02 \text{ хв.}$ – різниця у часі між меридіаном Києва і початковим меридіаном.
4. $5 \text{ год. } 20 \text{ хв.} - 2 \text{ год. } 02 \text{ хв.} = 3 \text{ год. } 18 \text{ хв.}$ – всесвітній час на даний момент;
5. $3 \text{ год. } 18 \text{ хв.} + 3 \text{ год.} = 6 \text{ год. } 18 \text{ хв.}$

Відповідь: за київським «літнім» часом сонце зійшло у Києві цієї доби о 6 год. 18 хв.

Задача 5. У одному з міст України, довгота якого 38° сх. д., сонце зійшло о 7 год. 24 хв. за київським часом. Яка тривалість дня була у місті цієї доби?

Розв'язок

1. $7 \text{ год. } 24 \text{ хв.} - 2 \text{ год.} = 5 \text{ год. } 24 \text{ хв.}$ – всесвітній час на даний момент;
2. $38^\circ * 4 \text{ хв./град.} = 152 \text{ хв.} = 2 \text{ год. } 32 \text{ хв.}$ – різниця у часі між меридіаном 38° сх. д. і початковим меридіаном.
3. $5 \text{ год. } 24 \text{ хв.} + 2 \text{ год. } 32 \text{ хв.} = 7 \text{ год. } 56 \text{ хв.}$ – місцевий час сходу сонця.
4. $7 \text{ год. } 56 \text{ хв.} * 2 = 15 \text{ год. } 52 \text{ хв.}$ – тривалість ночі.
5. $24 \text{ год} - 15 \text{ год. } 52 \text{ хв.} = 8 \text{ год. } 08 \text{ хв.}$

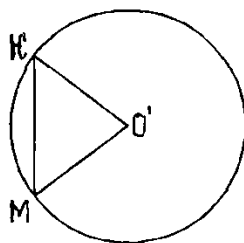
Відповідь: тривалість дня у місті цієї доби становила 8 год. 08 хв.

Задача 6. Для двох точок, які розміщені на паралелі 60° пн. ш., час сходу Сонця відрізняється на 4 години. Яка найкоротша відстань на поверхні Землі (ортодромія) між цими двома точками? При розв'язку скористайтесь тригонометричними функціями, таблицями їхніх значень.

Розв'язок

Зобразимо на першому рисунку паралель 60° пн. ш. на земній кулі, позначивши її радіус через r , радіус Землі через R , а географічну широту через φ . На другому рисунку винесемо окремо паралель 60° пн. ш., позначивши різницю довгот через $\Delta \lambda$.

Пн.



Мал 25. Схематичне відображення точок на паралелі 60° пн. ш.

-

$$4. \quad \sin \beta/2 = 3185,5 \text{ км} : 2 : 6371 \text{ км} = 0,25.$$

5. $\arcsin 0,25 = 14,5^\circ$.

6. $\beta = 14,5^\circ \times 2 = 29^\circ$.

ження точок паралелі 60° пн. ш.
і ортодромії.

7. Оскільки будь-який великий круг (круг, що проходить через центр Землі) має довжину кола близько 40000 км, то можна знайти ортодромію (L):

$$L = 40\,000 : 360^\circ \times 29^\circ = 3222,2 \text{ км.}$$

31

Задача 7. Два літаки одночасно вилетіли у східному напрямку 21 березня з двох пунктів, що знаходяться на одному меридіані о 4 год. ранку. Швидкість обох літаків становила по 900 км/год. Чи за однаковий час для них зійде сонце, якщо перший вирушив вздовж екватора, а другий вздовж паралелі 60° пн. ш., яка вдвічі коротша? Відповідь аргументуйте за допомогою математичних розрахунків. Висоту літаків до уваги не брати.

Розв'язок

Передусім знайдемо швидкість обертання точок земної поверхні на широті екватора та паралелі 60° пн. ш.:

1. $40000 \text{ км} : 24 \text{ год.} = 1667 \text{ км/год.}$

2. $20000 \text{ км} : 24 \text{ год.} = 833,5 \text{ км/год.}$

21 березня – день весняного рівнодення, а тому о 4-й годині ранку за місцевим часом залишалося дві години до сходу сонця. Лінійна швидкість руху літаків у напрямку площини термінатора (площини, що розділяє темну і освітлену частину Землі) складалася із суми їх власної лінійної швидкості та швидкості обертання точок земної поверхні на цій широті. Отже, літак на екваторі рухався назустріч сонцю із швидкістю:

3. $900 \text{ км/год.} + 1667 \text{ км/год.} = 2567 \text{ км/год.}$

4. Для літака на паралелі 60° пн. ш. швидкість наближення до термінатора була:
 $900 \text{ км/год.} + 833,5 \text{ км/год.} = 1733,5 \text{ км/год.}$

Визначимо найкоротші відстані від точок вильоту на екваторі та на паралелі 60° пн. ш. до термінатора:

5. $2 \text{ год.} \times 1667 \text{ км/год.} = 3334 \text{ км}$ – на екваторі;

6. $2 \text{ год.} \times 833,5 \text{ км/год.} = 1667 \text{ км}$ – на паралелі 60° пн. ш.

Тепер визначимо затрачений пілотами час до зустрічі променів сонця на екваторі та на паралелі 60° пн. ш.:

7. $3334 \text{ км} : 2567 \text{ км/год.} = 1,3 \text{ год.} = 1 \text{ год. } 18 \text{ хв.}$ – на екваторі.

8. $1666 \text{ км} : 1733 \text{ км/год.} = 0,96 \times 60 \text{ хв.} = 58 \text{ хв.}$ – на паралелі 60° пн. ш.

9. $1 \text{ год. } 18 \text{ хв.} - 58 \text{ хв.} = 20 \text{ хв.}$

Відповідь: для першого літак сонце зійде на 20 хв. пізніше, ніж для другого.

Задачі для розв'язку

1.4.1. Географічна широта м. Чернігів 51,5° пн. ш. Під яким кутом до прямовисної лінії у цьому місті видно Полярну зірку?

1.4.2. Сонце знаходиться у зеніті на паралелі 15° пд. ш. Яка висота Сонця над горизонтом у австралійському місті Аделаїда (35° пд. ш.) опівдні за місцевим часом?

1.4.3. Сонце знаходиться у зеніті на південному тропіку. Яка висота Сонця над горизонтом у м. Прага (50° пн. ш.) опівдні за місцевим часом?

1.4.4. На скільки відрізняється висота сонця над горизонтом опівдні за місцевим часом у Каїрі (30° пн. ш.) і Ріо-де-Жанейро (23° пд. ш.) 21 березня?

1.4.5. Місто Кілія Одеської області має географічну широту 45,5° пд. ш. Де під

більшим кутом світить сонце опівдні за місцевим часом 22 червня у Кілії чи на екваторі? Відповідь підтвердіть розрахунками.

1.4.6. Сонце знаходиться у зеніті на паралелі 5° пд. ш. Яка висота Сонця над горизонтом опівдні за місцевим часом у точці, яка є протилежною до м. Києва ($50,5^{\circ}$ пн. ш.)?

1.4.7. Опівдні за місцевим часом кут падіння сонячних променів у місті Житомирі ($50,25^{\circ}$ пн. ш.) становив 30° . На якій широті у цей день сонце перебувало у зеніті?

1.4.8. Опівдні за місцевим часом у місті М, яке розташоване у північній півкулі, тінь від рейки висотою 1м становила 1м. Сонце перебувало у зеніті на паралелі 10° пд. ш. Яка географічна широта міста М?

1.4.9. Опівдні за місцевим часом кут падіння сонячних променів у місті Могадішо (2° пн. ш.) становив 80° . На яких широтах у ці дні сонце перебувало у зеніті?

1.4.10. Сонце знаходиться у зеніті на паралелі 8° пн. ш. Де розміщені на Земній кулі точки, де опівдні за місцевим часом кут падіння сонячних променів у цей день становив 40° .

***1.4.11.** Опівдні за місцевим часом у місті К тінь від рейки висотою 3м становила 5,196 м. Полярну зірку у цьому місті було видно під кутом до прямовисної лінії 35° . На якій широті у цей день сонце перебувало у зеніті?

1.4.12. Тривалість дня у м. Хмельницький (27° сх. д.) 15 год. 36 хв. О котрій годині за київським «літнім» часом зійшло цього дня сонце у місті?

1.4.13. Тривалість дня на одній з паралелей у північній півкулі 8 год. 28 хв. О котрій годині за місцевим часом на всіх меридіанах цієї паралелі у цей день зайде сонце?

1.4.14. Тривалість дня у м. Харкові ($50,0^{\circ}$ пн. ш., $36,25^{\circ}$ сх. д.) 10 год. 12 хв. О котрій годині за київським поясным часом зійде цього дня сонце в одному із сіл Львівської області, географічні координати якого $50,0^{\circ}$ пн. ш., $23,75^{\circ}$ сх. д.?

1.4.15. О котрій годині за київським поясным часом зійде сонце у м. Кіровограді ($32,25^{\circ}$ сх. д.) 21 березня?

1.4.16. О котрій годині за київським «літнім» часом зайде сонце у м. Ужгороді ($22,25^{\circ}$ сх. д.) 23 вересня?

1.4.17. Яка географічна довгота міста в Україні, якщо сонце у ньому 23 вересня зайшло о 19 год. 16 хв. за київським «літнім» часом?

1.4.18. 21 березня сонце зійшло у м. Суми о 5 год. 41 хв. за київським поясным часом. Яка географічна довгота м. Рівне, якщо сонце у ньому зійшло цієї доби на 34 хв. пізніше, ніж у Сумах?

1.4.19. Сонце зійшло у м. Дніпропетровську ($48,5^{\circ}$ пн. ш., $35,0^{\circ}$ сх. д.) о 7 год. 44 хв. за київським поясным часом. О котрій годині за місцевим поясным часом цього дня зійде сонце у одному з населених пунктів України, де тривалість дня цієї доби становила на 12 хв. менше, ніж у Дніпропетровську? Північніше чи південніше знаходитиметься цей населений пункт відносно м.

Дніпропетровська (відповідь обґрунтуйте)?

1.4.20. Сонце зійшло у м. Вінниця ($49,25^\circ$ пн. ш., $28,5^\circ$ сх. д.) о 5 год. 56 хв. за київським «літнім» часом. О котрій годині за місцевим поясным часом цього дня зійде сонце у одному з населених пунктів України, де тривалість дня цієї доби становила на 32 хв. менше, ніж у Вінниці? Північніше чи південніше знаходитиметься цей населений пункт відносно м. Вінниці (відповідь обґрунтуйте)?

1.4.21. У одному з міст Бразилії, довгота якого 42° Зх. д., сонце зійшло о 4 год. 28 хв. за всесвітнім часом. Яка тривалість дня була у місті цієї доби?

5. ЗОБРАЖЕННЯ ЗЕМЛІ НА ДРІБНОМАСШТАБНИХ КАРТАХ

Одним з основних недоліків глобуса є те, що він надто громіздкий і ним незручно користуватися у повсякденному житті. Зручнішим від глобуса картографічним твором є географічна карта, яка відображає усю земну поверхню чи будь-яку її окрему частину на площині.

Географічна карта — це зменшене, узагальнене, зображення земної поверхні на площині (аркуші паперу), яке виконане за допомогою умовних знаків та використання певних математичних прийомів. Отже, карта завжди є зменшеним у певну кількість разів зображенням, яке виконане, на відміну від малюнка, за допомогою спеціальних умовних знаків. Математичні прийоми застосовують не тільки для того щоб задати певний масштаб, але у більшій мірі для того, щоб відображення кулястої поверхні Землі на площині відповідало певним математичним законам.

За масштабом карти поділяють на три групи: *великомасштабні*, що мають масштаби 1:200 000 і більше; *середньомасштабні* — з масштабами дрібніше 1:200000 і до 1:1000000 включно, та *дрібномасштабні*, у яких масштаби дрібніші 1:1000000. Дрібномасштабні карти відрізняються від середньомасштабних не тільки масштабом, охопленням території, але і способом побудови. Це зумовлено тим, що на цих картах зображають всю поверхню Земної кулі, окремі півкулі або такі досить великі території (материки, океани, країни), де неможливо проігнорувати кулястість поверхні Землі. Оскільки *сферичну поверхню жодним чином не можна розгорнути на площину без розривів чи перекриттів* (стискань), то для досягнення безперервності зображення земної поверхні, на карті, використовують певні математичні прийоми. Їх застосування спричиняє значні порушення геометричних характеристик географічних об'єктів (довжин ліній, площ, кутів, форм), але полегшує відображення градусної сітки Землі, а далі і самих географічних об'єктів на площині.

Отже, створення дрібномасштабних карт починається із відображення на площині (аркуші паперу) за певним математичним законом градусної сітки

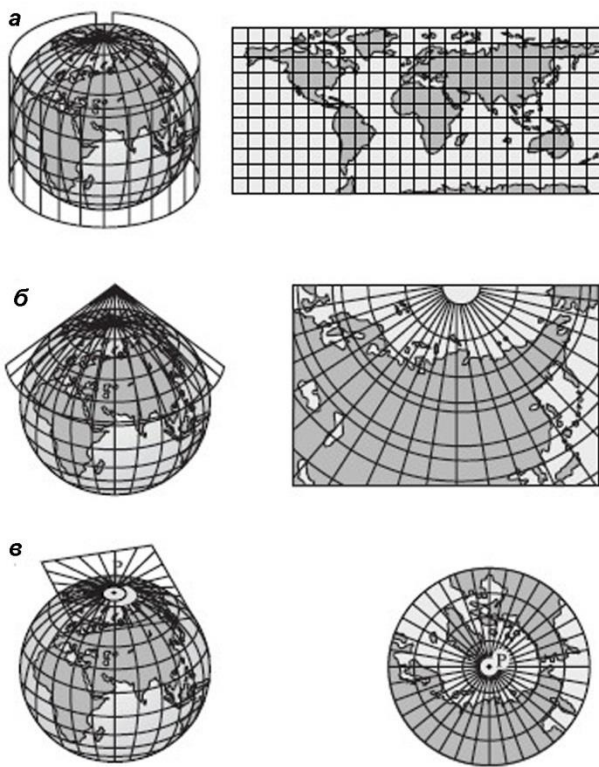
Землі. Математичний спосіб, який використаний для створення картографічної сітки майбутньої карти називають **картографічною проекцією**. Тільки у готові клітинки картографічної сітки вносять за географічними координатами позамасштабними, контурними чи лінійними знаками географічні об'єкти чи явища.

Побудова картографічної сітки може бути здійснено двома різними способами: перспективним і неперспективним. При застосуванні **перспективних проекцій** картографічну сітку отримують шляхом проектування вузлових точок з поверхні уявного глобуса на площину чи на іншу геометричну допоміжну поверхню. Такими допоміжними поверхнями служать бічні поверхні конусів чи циліндрів, які потім легко розгортаються на площині без розривів і перекриттів.

Створення картографічної сітки **неперспективним способом** передбачає визначення положення вузлових точок картографічної сітки на площині шляхом здійснення алгебраїчних розрахунків чи геометричних побудов.

У залежності від використання певних видів допоміжних поверхонь чи створення проекцій неперспективним способом розрізняють п'ять основних видів картографічних проекцій, а саме: азимутальні, циліндричні, конічні, поліконічні, та умовні.

Азимутальними перспективними називають такі картографічні проекції, коли градусну сітку Землі проєктують безпосередньо на площину. Якщо ця площина дотична до полюса, то проєкцію називають азимутальною нормальною. На картах виконаних у таких проекціях меридіани будуть прямими рівнобіжними лініями, що відходять від полюса, а паралелі концентричними колами. У таких проекціях створюють карти Антарктиди, Арктики. Якщо при створенні картографічної сітки площина була дотична до точки полюса, то проєкцію називають азимутальною



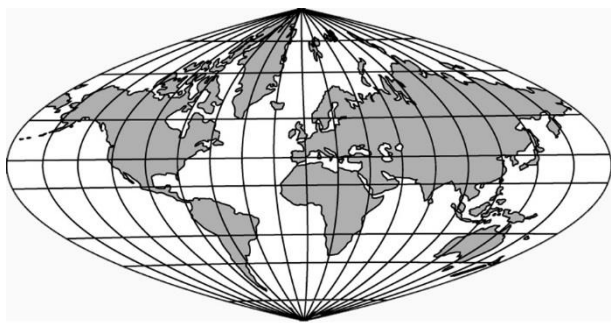
Мал. 27. Види проекцій за видом використання допоміжних поверхонь: а - циліндрична, б - конічна, в - азимутальна.

поперечною. Вона може бути використана для створення карт західної і східної півкулі.

Створюючи карту в **циліндричній проекції**, градусну сітку Землі (глобуса) переносять на бічну поверхню уявного циліндра. Циліндричну проекцію використовують для побудови карт світу, материків та країн, розміщених у близьких до екватора широтах. Характерною ознакою їх є те, що *паралелі й меридіани є взаємоперпендикулярними прямими лініями*.

У **конічних проекціях** допоміжною фігурою служить конус, вісь якого здебільшого збігається з віссю Землі, а тому їх теж називають *конічними нормальними проекціями*. Цей вид проекцій використовують для зображення материків і країн, розміщених у середніх широтах. *Картографічну сітку таких карт утворюють меридіани у вигляді прямих ліній, які виходять з однієї точки, та паралелі, що є дугами концентричних кіл*.

Щоб створити карту світу, використовують кілька допоміжних конусів, і таку проекцію називають **поліконічною**. У результаті поєднання в цілісній карті фрагментів картографічної сітки, які були спроектовані на різні конуси, меридіани будуть дугоподібними лініями, а паралелі — дугами неконцентричних кіл (побудованих з різних центрів).



Мал. 28. Одна з умовних проекцій, яку називають псевдоциліндричною

Умовні проекції за способом побудови є неперспективними і не передбачають використання навіть уявних допоміжних поверхонь. Створення картографічної сітки здійснюється шляхом математичних розрахунків та побудов.

Однак жодна з картографічних проекцій не

дозволяє створити карту без порушень геометричних характеристик ділянок земної поверхні і розміщених на них об'єктів. Ці порушення називають **картографічними спотвореннями**. Розрізняють чотири види картографічних спотворень: довжин ліній, кутів, форм і площ.

Виявити на карті наявність спотворень довжин ліній за напрямком меридіанів можна, порівнявши довжини відрізків меридіанів між двома сусідніми паралелями у центральній і окраїнній частинах карти. Якщо вони різні, то наявні спотворення.

Про наявність спотворення кутів свідчить той факт, що паралелі й меридіани не утворюють при перетині між собою на всій площі карти прямих кутів (на глобусі ці кути прямі).

Стверджувати про наявність *спотворення форм* можна на основі того, що не всі клітинки картографічної сітки у низьких і середніх широтах є рівнобедреними трапеціями, як на глобусі.

Виявити наявність спотворення площ можна, порівнявши площі клітинок картографічної сітки, між двома сусідніми паралелями, які мали б бути рівними.

На більшості дрібномасштабних карт є одночасно всі чотири види спотворень. Однак є такі види проекцій які дозволяють уникнути одного з видів спотворень, але тоді три інші види спотворень є більш значними. Тому за характером спотворень картографічні проекції поділяють на *рівновеликі, рівнокутні та довільні*.

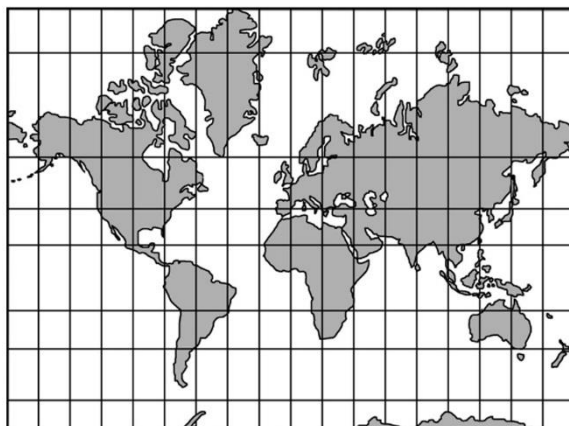
У **рівновеликих проекціях** спотворюються довжини ліній, кути і форми, але величини площ правильно відображаються у масштабі. На таких картах площі географічних об'єктів можна визначати і помноживши на масштаб, визначати реальну площу на Земній кулі.

Рівнокутні проекції зберігають без спотворень кути напрямків, а тому і форми дуже малих об'єктів. Спотворення довжин ліній і площ на цих картах дуже значні. Карти виконані у рівнокутних проекціях використовують для прокладання маршрутів суден, літаків тощо.

Довільними називають картографічні проекції із спотвореннями усіх чотирьох видів. Однак величина кожного виду спотворень не так велика, як у проекціях двох попередніх груп.

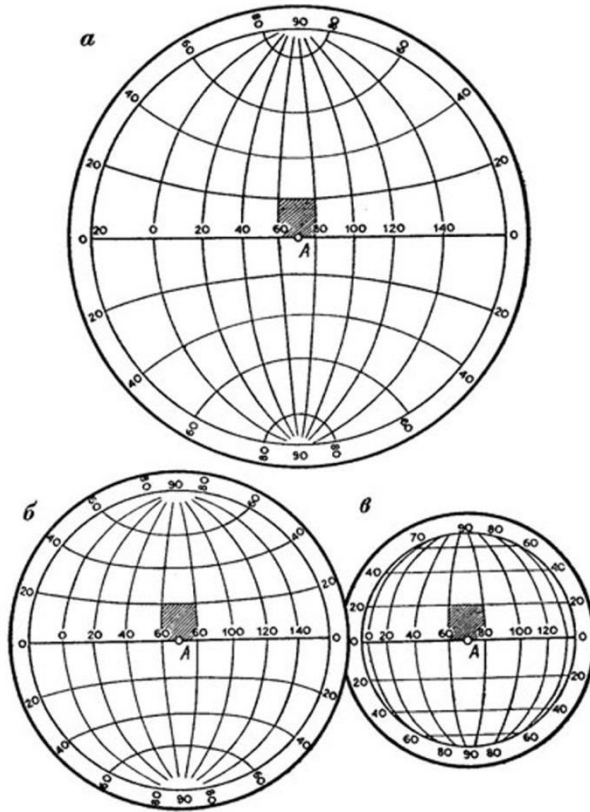
Серед довільних картографічних проекцій виділяють підгрупу *рівнопроміжних*, у яких масштаб довжин уздовж одного з головних напрямків (найчастіше за напрямом меридіанів або паралелей) залишається незмінним і відповідає масштабу який вказаний на карті.

Масштаб вказується на всіх дрібномасштабних картах. Але з вищесказаного зрозуміло, що на жодній карті не можуть бути відсутніми спотворення довжин навіть у двох напрямках, а тільки в одному. З цього слідує висновок, що визначений реальний масштаб довжин ліній у різних напрямках і різних ділянках карти буде мати різні значення. Що ж це за масштаб вказується на картах, який тільки на деяких з них може бути правильним для одного з напрямків? Масштаб цей називають **головним** і за величиною він відповідаю



Мал.29. Циліндрична рівнокутна проекція Меркатора

масштабу глобуса, який послужив основою для створення картографічної проєкції майбутньої карти.



Мал. 30. Три картографічні сітки карт, які виконані у тому самому головному масштабі, але різних проєкціях

Отже використання картографічної проєкції забезпечує тільки математичну визначеність але не геометричну правильність зображення. Точно передаються завдяки картографічним проєкціям на усіх картах тільки географічні координати точок. Незалежно від того, яку територію охоплює карта (півкулю, материк, окрему країну), картографічна сітка на ній є відображенням частини всієї градусної сітки Землі, а координати конкретної точки визначені правильно на усіх картах будуть мати ті самі значення. Не на всіх картах легко їх визначати, але на багатьох виконаних у циліндричних, конічних чи азимутальних нормальних досить точно можна визначати географічні координати методом пропорцій. Процес визначення дещо

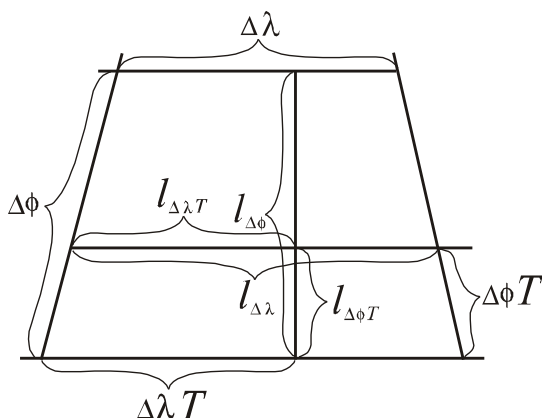
відрізняється від того, як це робиться на глобусах.

Для достатньо точного визначення географічних координат конкретної точки земної поверхні, що знаходиться на північ від екватора і на схід від початкового меридіану, на дрібномасштабних географічних картах створених у трьох групах вказаних вище проєкцій, потрібно виконати наступні дії:

- **для знаходження географічної широти** потрібно визначити лінійкою відстань в сантиметрах між основами трапеції (утворена відрізками паралелей і меридіанів), в якій знаходиться шукана точка (якщо ціла трапеція не відображена на карті, то можна поміряти необхідну відстань на сусідній трапеції карти) і позначте цю величину як $l_{\Delta\phi}$;
- визначити відстань в сантиметрах від нижньої основи трапеції (якщо її немає на карті то від верхньої) до шуканої точки і позначити цю величину як $l_{\Delta\phi T}$;
- оскільки відношення цих відстаней у сантиметрах буде пропорційним

відношенню цих відстаней у градусній мірі, то із головної властивості пропорцій можна вивести формулу для того щоб знайти різницю широт;

- отже, щоб визначити різницю широт шуканої точки і нижньої (чи верхньої) основи трапеції ($\Delta\phi T$) необхідно відстань $l_{\Delta\phi T}$ помножити на різницю широт двох основ трапеції ($\Delta\phi$) і поділити на відстань $l_{\Delta\phi}$. Виконавши дії на калькуляторі, отримаємо число, яке можна заокруглити до першого знака після коми. Воно відповідатиме шуканій різниці широт (з точністю до $0,1^\circ$);
- до географічної широти нижньої основи додаємо (якщо відображена тільки верхня, то віднімаємо) величину ($\Delta\phi T$);



- **для знаходження географічної довготи** визначаємо відстань в сантиметрах між бічними сторонами трапеції (обов'язково на широті шуканої точки, а якщо ціла трапеція не відображена на карті, то можна поміряти необхідну відстань на сусідній трапеції карти на цій же широті) і позначаємо цю величину як $l_{\Delta\lambda}$;
- визначаємо відстань у сантиметрах від лівої бічної сторони трапеції (якщо її немає на карті то від правої) до шуканої точки і позначаємо цю величину як $l_{\Delta\lambda T}$;
- оскільки відношення цих відстаней у сантиметрах буде пропорційним відношенню цих відстаней у градусній мірі, то із головної властивості пропорцій можна вивести формулу для того щоб знайти різницю довгот;
- отже, щоб визначити різницю довгот шуканої точки і лівої (чи правої) бічної сторони трапеції ($\Delta\lambda T$) необхідно відстань $l_{\Delta\lambda T}$ помножити на різницю довгот двох бічних сторін трапеції ($\Delta\lambda$) і поділити на відстань $l_{\Delta\lambda}$. Виконавши дії на калькуляторі, отримаємо число, яке можна заокруглити до першого знака після коми. Воно відповідатиме шуканій різниці довгот (з точністю до $0,1^\circ$);

- до географічної довготи лівої бічної сторони додаємо (якщо відображена тільки права, то віднімаємо) величину ($\Delta \lambda T$).

Чи можна визначати на картах відстані таким простим способом, як на глобусах? Зовсім ні. Оскільки головний масштаб, який вказаний на карті може бути правильним тільки для деяких ліній на карті, які не просто встановити, то масштабом на дрібномасштабних картах не користуються для визначення правильних відстаней.

То чи можна все ж визначати відстані на географічних картах? Так, але тільки вздовж меридіанів та паралелей. Щоб визначити відстань у кілометрах, потрібно знати довжину одного градуса по меридіану чи паралелі. Вздовж екватора вона становить заокруглено 111 км/гр. Цю величину потрібно запам'ятати. А отримують її, поділивши довжину екватора на 360° . Довжина кожного меридіана становить 20000 км. Оскільки кожен меридіан є півколом, тобто дугою у 180° , то і вздовж меридіана один градус широти буде у середньому простятися на 111 км ($20000 \text{ км} : 180^\circ$). Насправді через сплюснутість Землі вона є дещо більшою (111,7 км) біля полюсів і меншою біля екватора (110,6 км). Однак для визначення відстаней на дрібномасштабних картах вздовж меридіану також використовують середню довжину $1^\circ - 111 \text{ км}$. Точні дані про довжини паралелей і меридіанів подано у додатку 2.

При визначенні відстаней вздовж паралелей слід мати на увазі, що на кожній паралелі один градус широти має різну довжину у метричній мірі. Тому її вказують в умові задачі або подають у вигляді таблиці. Також її можна визначити, скориставшись тригонометричними функціями.

Про задачі

Задачі на встановлення географічних координат подано у таких проекціях, де за допомогою розв'язування простих пропорцій можна точно визначити географічні координати точки. При цьому слід брати до уваги, що інтервал картографічної сітки у градусах на картах за широтою і довготою практично завжди однаковий. Для визначення протяжності вздовж екватора і меридіану пропонується завжди брати середнє заокруглене значення довжини одного градуса – 111 км/гр. Якщо треба визначити протяжність об'єкта вздовж паралелі, то тут можна скористатися даними таблиці у кінці посібника або визначити довжину за тригонометричними функціями (таблиця значень синусів і косинусів також поміщена у кінці). Однак багато задач побудовані так, що не обов'язково виконувати дію множення, оскільки у них йдеться про певну рівну частину екватора, меридіану чи паралелі – $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$ і т. ін.

Задачі на вивчення певних особливостей проекцій розраховані не на те, що учні мають знати ці особливості, оскільки це не передбачено шкільною програмою. Тому у кожній такій задачі описано деякі особливості побудови, а тоді пропонується зробити певні розрахунки на основі використання простих математичних дій.

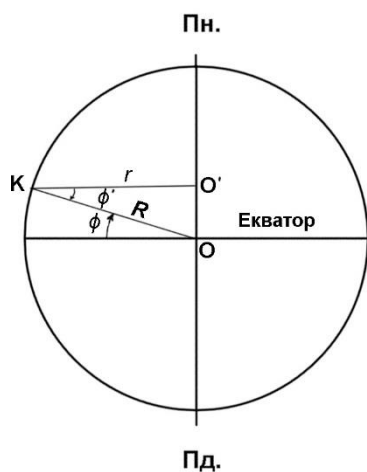
Найчастіше тут пропонується скористатися деякими властивостями трикутників, теоремою Піфагора, значно рідше значеннями тригонометричних функцій. Розв'язок цього типу задач доцільно розпочати із створення менш більш точного малюнка, на якому відображають коло Землі, площину, промені проектування.

Задачі з розв'язком

Задача 1. Знайти протяжність Африки із заходу на схід по паралелі 10^0 пд. ш. в км. Довжина 1^0 вздовж паралелі 10^0 становить 109,5 км

Розв'язок

1. $\lambda_{\zeta\delta\delta} - 12^0$ сх.д. – довгота західної точки.
2. $\lambda_{\pi\delta\delta} - 40^0$ сх.д. – довгота східної точки.
3. $40^0 - 12^0 = 28^0$ – протяжність між точками у градусах.
4. $28^0 * 109,6 \text{ км/гр.} = 3069 \text{ км.}$



Мал 31. Схематичне відображення радіуса паралелі та його зв'язку з радіусом Землі

Якщо би довжини одного градуса не було дано то її можна визначити:
Косинус кута $10^0 = 0,9848$ (дані про значення тригонометричних функцій подано у додатку 1).

Радіус паралелі 10^0 :

$$r = 6371 \text{ км} * 0,9848 = 6274 \text{ км}$$

Довжина паралелі 10^0 :

$$l = 2 * 3,14 * 6274 \text{ км} = 39402 \text{ км}$$

Довжина одного градуса паралелі 10^0 :

$$39402 \text{ км} : 360^0 = 109,5 \text{ км}$$

Відповідь: протяжність Африки вздовж паралелі 10^0 пд. ш. становить 2968 км.

Задача 2. Літак вилетів з екватора і пролетів 4440 км. на північ, а потім стільки ж на схід, південь, захід. Чи потрапить літак в результаті такого перельоту в точку вильоту, якщо ні, то на якій відстані від неї буде?

Розв'язок

1. $4440 \text{ км} : 111 \text{ км/гр.} = 40^0$ – в результаті першого перельоту літак потрапив на паралель 40^0 пн.ш.

$$\cos 40^{\circ} = \frac{r}{R}$$

$$2. \ r = R * \cos 40^{\circ}$$

$$r = 6371 * 0.77 = 4906 \text{ км.}$$

$$3. \ \frac{4906 * 2 * 3,14}{360^{\circ}} = 85,6 \text{ км / гр.}$$

$$4. \ 4440 \text{ км} : 85,6 \text{ км/град.} = 52^{\circ}$$

$$5. \ 52^{\circ} * 111 \text{ км/град.} = 5772 \text{ км}$$

$$6. \ 5772 \text{ км} - 4440 \text{ км} = 1332 \text{ км}$$

Відповідь: літак не долетить у результаті такого перельоту до точки вильоту 1332 км.

Задача 3. Карта побудована у азимутальній центральній нормальній проекції, тобто шляхом проектування картографічної сітки глобуса з його центра на площину дотичну до полюса. Відстань від паралелі 45° до полюса на глобусі, який використовувався для створення проекції, становила 12,5 см. Який головний масштаб карти? У скільки разів середній масштаб відрізка меридіана від полюса до паралелі 45° пн. ш. буде відрізнятися від головного?

Розв'язок

$$1) \ 111 \text{ км/ гр.} * 45^{\circ} = 5000 \text{ км.}$$

$$2) \ \frac{12,5 \text{ см.}}{5000 \text{ км.}} = \frac{1 \text{ см.}}{400 \text{ км.}}$$

$$3) \ 6371 \text{ км.} * \frac{1 \text{ см.}}{400 \text{ км.}} = 15,9 \text{ см.}$$

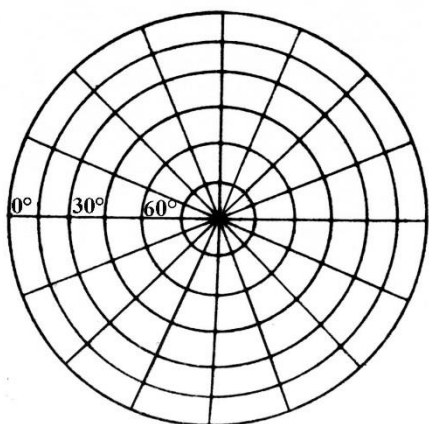
$$4) \ \frac{15,9}{5000 \text{ км.}} = \frac{1 \text{ см.}}{314 \text{ км.}}$$

$$5) \ \frac{1}{314} \div \frac{1}{400} = 1,27$$

Відповідь: середній масштаб більший від головного в 1,27 разів.

Задача 4. Карта південної півкулі побудована у азимутальній нормальній неперспективній проекції Постеля, тобто усі меридіани є прямими рівнобіжними лініями у головному масштабі, які розходяться від північного полюса. Паралелі, як і у інших азимутальних проекціях, є концентричними колами. Відстані від полюса до усіх паралелей відкладені у головному масштабі. У якому масштабі відображено паралель 30° пд. ш на цій карті, якщо

головний масштаб карти 1:800000000, а довжина 1° паралелі 30° на земній кулі становить 96,5 см?



Розв'язок

1. $20000 \text{ км} * \frac{1}{2} = 10000 \text{ км}$ – довжина частини меридіана від полюса до екватора;
2. – іменований масштаб;
3. $10000 \text{ км} * \quad = 12,5 \text{ см}$ – довжина меридіана на карті заданого масштабу;
4. $90^\circ \text{ пд. ш.} - 30^\circ \text{ пд. ш.} = 60^\circ$ – відстань у градусах від полюса до паралелі 30° пд. ш. ;
5. $12,5 \text{ см} * \quad = 8,33 \text{ см}$ – відстань на карті від полюса до паралелі 30° пд. ш. ;

Мал. 32. Картографічна сітка азимутальної нормальної проекції Постеля

6. $8,33 \text{ см} * 2 * 3,14 = 52,3 \text{ см}$ – довжина на карті паралелі 30° пд. ш.
7. $360^\circ * 96,5 \text{ град./км} = 34740 \text{ км}$ – реальна довжина на поверхні Земної кулі паралелі 30° пд. ш.
- 8.

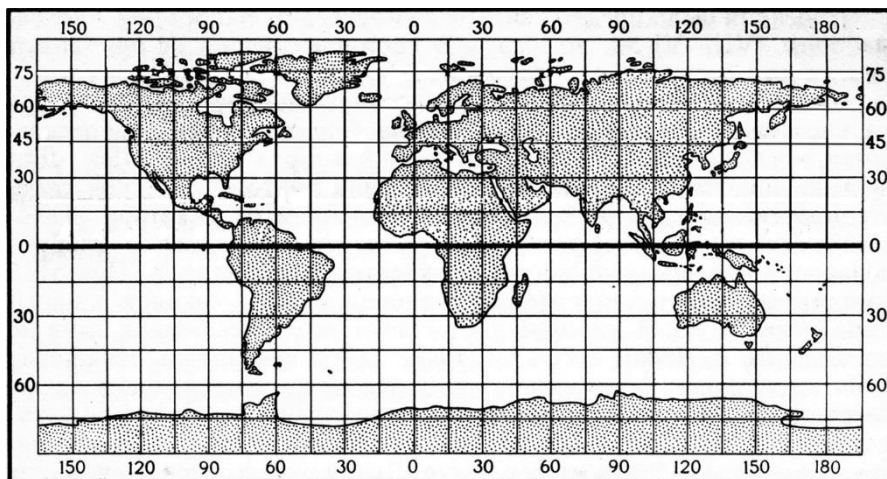
Відповідь: паралель 30° пд. ш. на заданій карті відображена у масштабі 1:664000000.

Задача 5. Карта світу побудована у циліндричній нормальній квадратній проекції, при створенні якої екватор і середній меридіан карти відкладають у головному масштабі взаємоперпендикулярними лініями. На середньому меридіані у головному масштабі відкладають відстані до паралелей і прямими лініями паралельними до екватора і однакою з ними довжини будують паралелі. Меридіани відкладають паралельними до середнього меридіана лініями у головному масштабі. Який середній масштаб паралелі 50° пн. ш. відрізняється від головного масштабу карти (1:200000000), якщо відомо, що довжина паралелі 50° пн. ш. на земній кулі в 1,55 рази коротша екватора?

Розв'язок

1. – іменований масштаб карти;

2. $40000 \text{ км}^* = 20 \text{ см}$ – довжина екватора та усіх паралелей на цій карті (мал. 33);



Мал. 33. Картографічна сітка циліндричної квадратної проекції.

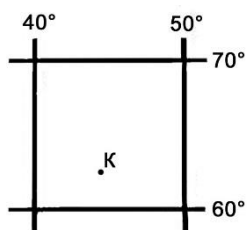
3. $40000 \text{ км} : 1,55 = 25800 \text{ км}$ – довжина паралелі 50° пн. ш.

4.

Відповідь: середній масштаб вздовж паралелі 50° пн. ш. на заданій карті становить 1:129000000.

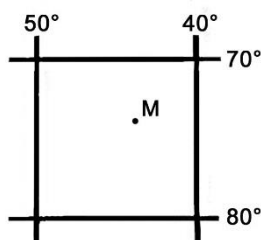
Задачі для розв'язку

1.5.1. Карта створена у нормальній циліндричній квадратній проекції. Визначте



з точністю до десятих градуса географічні координати точки К (мал. 34) скориставшись головною властивістю пропорцій.

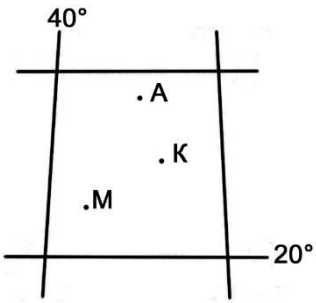
Мал. 34. Клітинка картографічної сітки циліндричної квадратної проекції



1.5.2. Карта створена у нормальній циліндричній квадратній проекції. Визначте з точністю до десятих градуса географічні координати точки М (мал. 35) скориставшись головною властивістю пропорцій.

Мал. 35. Клітинка картографічної сітки циліндричної квадратної проекції

1.5.3. Карта створена у конічній нормальній проекції. Визначте з точністю до десятих градуса географічні координати точки К (мал. 36) скориставшись головною властивістю пропорцій, якщо довгота меридіана, який розміщений правіше 50° сх. д.



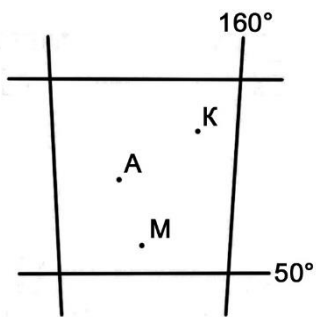
сітки конічної проекції

1.5.4. Карта створена у конічній нормальній проекції. Визначте з точністю до десятих градуса географічні координати точки А (мал.36) скориставшись головною властивістю пропорцій, якщо довгота меридіана, який розміщений правіше 42° сх. д.

Мал. 36. Клітинка градусної

1.5.5. Карта створена у конічній нормальній проекції. Визначте з точністю до десятих градуса географічні координати точки М (мал. 36) скориставшись головною властивістю пропорцій, якщо довгота меридіана, який розміщений правіше 36° зх. д.

1.5.6. Карта створена у конічній нормальній проекції. Визначте з точністю до десятих градуса географічні координати точки К (мал. 37) скориставшись головною властивістю пропорцій, якщо довгота меридіана, який розміщений лівіше 150° сх. д.



1.5.7. Карта створена у конічній нормальній проекції. Визначте з точністю до десятих градуса географічні координати точки А (мал. 37) скориставшись головною властивістю пропорцій, якщо довгота меридіана, який розміщений лівіше 166° зх. д.

Задача 1. 5.8. Карта створена у конічній нормальній проекції. Визначте з точністю до десятих градуса географічні координати точки М (мал. 37) скориставшись головною властивістю пропорцій, якщо довгота

меридіана, який розміщений лівіше, 162° зх. д.

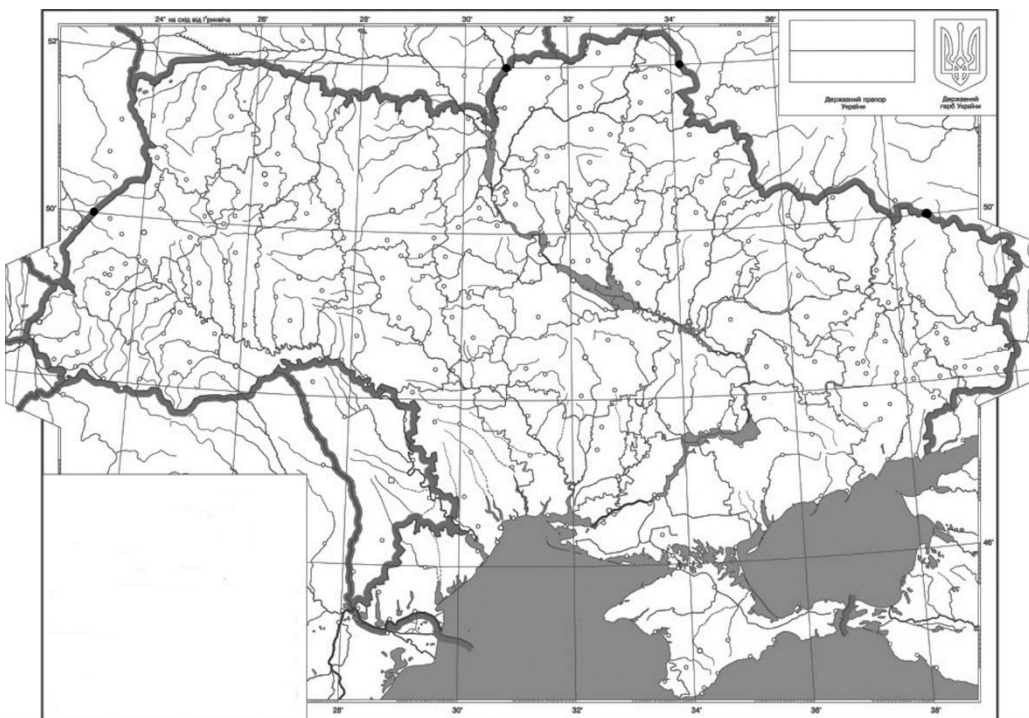
Мал. 37. Клітинка градусної

сітки конічної проекції

1.5.9. Визначте протяжність території України уздовж паралелі 52° пн. ш. (мал. 38), якщо довжина 1° на цій паралелі становить 68,7 км.

1.5.10. Дві точки на земній поверхні мають такі географічні координати: T_1 (52° пд. ш. і 32° зх. д.); T_2 (14° пд. ш. і 32° зх. д.). Визначте відстань між ними у кілометрах.

1.5.11. Ортодромія між найзахіднішою і найсхіднішою точкою України на паралелі 50° пн. ш. становить 1028 км. Визначте протяжність території України уздовж паралелі 50° пн. ш. (мал. 38), якщо довжина 1° на цій паралелі становить 71,7 км. На скільки відстань вздовж паралелі більша від ортодромії?



Мал. 38. Контурна карта України

1.5.12. Карта побудована у азимутальній центральній нормальній проекції, тобто шляхом проектування картографічної сітки глобуса діаметром 5,0968 см з його центра на площину дотичну до полюса. Який головний масштаб карти (відповідає масштабу глобуса, який взятий за основу створення картографічної сітки)? У скільки разів середній масштаб відрізка меридіана від полюса до паралелі 45° пн. ш. буде відрізнятись від головного?

1.5.13. Карта побудована у азимутальній центральній нормальній проекції, тобто шляхом проектування картографічної сітки глобуса радіусом 12,742 см з його центра на площину дотичну до полюса. Який головний масштаб карти (відповідає масштабу глобуса, який взятий за основу створення картографічної сітки)? У скільки разів середній масштаб відрізка меридіана від полюса до паралелі 30° пн. ш. буде відрізнятись від головного?

1.5.14. Карта Африки і прилеглих територій побудована у азимутальній центральній поперечній проекції, тобто шляхом проектування фрагмента картографічної сітки глобуса масштабом 1:100000000 з його центра на площину дотичну до точки на екваторі, географічна довгота якої 20° сх. д. У скільки разів середній масштаб відрізка меридіана 20° сх. д. від екватора до паралелі 45° пн. ш. буде відрізнятись від головного масштабу карти?

1.5.15. Карта Тихого океану побудована у азимутальній центральній поперечній проекції, тобто шляхом проектування фрагмента картографічної сітки глобуса масштабом 1:200000000 з його центра на площину дотичну до

точки на екваторі, географічна довгота якої 160° зх. д. У скільки разів середній масштаб відрізка меридіана 160° зх. д. від паралелі 45° пд. ш. до паралелі 60° пд. ш. буде відрізнятися від головного масштабу карти?

1.5.16. Карта північної півкулі побудована у азимутальній нормальній стереографічній проекції, тобто шляхом проектування картографічної сітки глобуса масштабом 1:40000000 з протилежного полюса на площину дотичну до полюса. У скільки разів середній масштаб відрізка меридіана від полюса до паралелі 30° пн. ш. буде відрізнятися від головного, якщо промінь проектування цієї паралелі на площину мав довжину близько 36,784 см?

1.5.17. Карта північної півкулі побудована у азимутальній нормальній стереографічній проекції, тобто шляхом проектування картографічної сітки глобуса діаметром 50,968 см з протилежного полюса на площину дотичну до полюса. Який головний масштаб карти? У скільки разів середній масштаб меридіана від екватора до полюса буде відрізнятися від головного?

1.5.18. Карта північної півкулі побудована у азимутальній нормальній стереографічній проекції, тобто шляхом проектування картографічної сітки глобуса з протилежного полюса на площину дотичну до полюса. Відстань від екватора до полюса на карті склала 31,855 см. Який головний масштаб карти і у скільки разів від нього буде відрізнятися середній масштаб меридіана?

5.19. Карта Східної півкулі побудована у азимутальній стереографічній поперечній проекції, тобто шляхом проектування картографічної сітки глобуса з точки на екваторі, географічна довгота якої 110° зх. д. Який середній масштаб середнього меридіана відображеної на карті півкулі, якщо головний масштаб карти 1:20000000?

1.5.20. Карта північної півкулі побудована у азимутальній нормальній ортографічній проекції, тобто шляхом проектування картографічної сітки глобуса на площину дотичну до полюса лініями паралельними до його осі. Який головний масштаб карти, якщо на карті відстань від полюса до екватора становить близько 21,237 см? У скільки разів середній масштаб меридіана від екватора до полюса буде відрізнятися від головного?

1.5.21. Карта північної півкулі побудована у азимутальній нормальній ортографічній проекції, тобто шляхом проектування картографічної сітки глобуса масштабом 1:100000000 на площину дотичну до полюса лініями паралельними до його осі. У скільки разів середній масштаб відрізка меридіана між паралеллю 30° пн. ш. і екватором буде відрізнятися від головного масштабу карти?

1.5.22. Карта північної півкулі побудована у азимутальній нормальній ортографічній проекції, тобто шляхом проектування картографічної сітки глобуса масштабом 1:150000000 на площину дотичну до полюса лініями паралельними до його осі. У скільки разів середній масштаб відрізка меридіана між паралелями 30° пн. ш. і 45° пн. ш. буде відрізнятися від головного масштабу карти?

1.5.23. Карта північної півкулі побудована у азимутальній нормальній ортографічній проекції, тобто шляхом проектування картографічної сітки глобуса на площину дотичну до полюса лініями паралельними до осі глобуса. Який головний масштаб карти, якщо довжина дуги у 30° паралелі 30° пн. ш. на карті склала 19,3 см? Який буде середній масштаб відрізка меридіана між паралеллю 30° пн. ш. і екватором?

1.5.24. Карта Східної півкулі побудована у азимутальній ортографічній поперечній проекції, тобто шляхом проектування картографічної сітки глобуса на площину дотичну до точки на екваторі, географічна довгота якої 70° сх. д., лініями перпендикулярними до дотичної площини. Який головний масштаб карти, якщо відрізок екватора у межах карти півкуль склав 31,855 см. Який буде середній масштаб на карті відрізка екватора між меридіанами 10° сх. д. і 25° сх. д.?

1.5.25. Карта північної півкулі побудована у азимутальній нормальній неперспективній проекції Постеля, тобто усі меридіани є прямими рівнобіжними лініями у головному масштабі, які розходяться від північного полюса. Паралелі, як і у інших азимутальних проекціях, є концентричними колами. Відстані від полюса до усіх паралелей відкладені у головному масштабі. Який головний масштаб карти, якщо відстань між паралеллю 10° пн. ш. та екватором на карті склала 4,44 см? У якому масштабі відображено екватор на цій карті?

1.5.26. Карта світу побудована у псевдоциліндричній рівновеликій проекції Сансона, при створенні якої екватор і середній меридіан карти відкладають у головному масштабі взаємоперпендикулярними лініями. На середньому меридіані у головному масштабі відкладають відстані до паралелей і прямими лініями паралельними до екватора у головному масштабі будують паралелі. Меридіан, який віддалений на 180° від середнього проводять через кінцеві точки усіх паралелей до полюсів. Яку площу має фрагмент земної кулі між паралелями 60° (вдвічі коротша екватора) і 75° пн. ш. на даній карті, якщо довжина паралелі 75° пн. ш. на карті становить 5,2 см?

Розділ 2. ПЛАН МІСЦЕВОСТІ І ТОПОГРАФІЧНІ КАРТИ

1. ПОНЯТТЯ ПРО ПЛАН МІСЦЕВОСТІ ТА ЙОГО СТВОРЕННЯ

План – це креслення невеликої ділянки місцевості у великому масштабі за допомогою умовних знаків. На плані на відміну від карт зображуються невеликі ділянки земної поверхні: шкільне подвір'я, присадибна ділянка землі тощо. На відміну від аерофотознімка, на якому також може бути знята невелика ділянка поверхні, предмети на плані показуються умовними знаками і мають написи.

Плани складають звичайно у великому масштабі (1:5000 і більших). Місцеві предмети на ньому позначають детальніше, ніж на будь-якій карті.

При кресленні плану кривизна земної поверхні через її мізерно малу величину на такій малій ділянці не враховується, тобто зображувані ділянки вважаються плоскими.

Якщо на дрібномасштабних картах відображають картографічну сітку, за допомогою якої визначають сторони горизонту і координати будь-якої точки на ній, то на планах її немає. На планах напрямком на північ вважається напрямок вгору, на південь — униз, на захід — ліворуч, на схід — праворуч. Його показують додатково стрілкою з позначенням північ — південь.

Сукупність робіт, які виконуються на земній поверхні з метою одержання плану місцевості називають **зйомкою (зніманням) місцевості**. Основними діями під час знімань є визначення відстаней між точками на місцевості, визначення кутів між напрямками на задані точки. Для створення **топографічних планів** тобто планів, на яких відображають рельєф потрібно здійснити ще й висотні вимірювання у результаті яких визначаються перевищення між точками місцевості. *Топографічні плани створюються в масштабах 1:2000 і менше.* Вони використовуються при підготовці технічних проектів і будівництві інженерних споруд, розробці родовищ корисних копалин, у міському господарстві й ін.

Для найпростішої окомірної зйомки треба мати такі інструменти: *планшет із прикріпленим аркушем креслярського паперу або спеціальну папку-планшет, шкільний компас і візирну лінійку.*

Під **планшетом** розуміють підставку розміром 30х40 см, на яку можна прикріпити аркуш паперу. Виготовляють його із цупкого паперу, пластику або фанери. Бувають папки-планшети і фабричного виготовлення.

Візирна лінійка має форму витягнутої тригранної призми, її легко зробити самому. Якщо на візирній лінійці немає міліметрових поділок, бажано мати ще й лінійку з міліметровими поділками для відкладання відстаней на планшеті.

Компас призначений для орієнтування планшета, а тому його міцно прикріплюють у верхньому лівому куті планшета. Штрих: Пн – Пд (0 і 180°) на шкалі компаса має бути спрямований точно зверху вниз.

Аркуш креслярського паперу, на якому зображатиметься майбутній план, приклеюють до планшета або прикріплюють звичайними канцелярськими

кнопками. На краю прикріпленого аркуша, паралельно штрихам компаса Пн – Пд, проводять лінію.

Найпростіша площинна зйомка невеликої ділянки місцевості здійснюється з однієї точки встановлення планшета (**станції**).

У точці, з якої буде здійснюватися зйомка, *планшет перш за все треба зорієнтувати за сторонами горизонту*. Це означає розмістити його так, щоб верхній край аркуша паперу на планшеті був точно спрямований на північ, а відповідно бічні сторони співпадали з напрямом лінії північ – південь. Для орієнтування, а також визначення напрямків на предмети на місцевості найзручніше користуватися компасом. Дія його ґрунтується на тому, що на Землі, яка має властивості магніту, намагнічена вільна стрілка завжди достатньо точно розміщується за напрямом північ – південь.

Після орієнтування планшету, на аркуші паперу передусім позначають точку встановлення планшету (*станцію*), з якої буде здійснюватись знімання майбутнього плану. Із станції, позначеної на планшеті точкою, за допомогою візирної лінійки проводять олівцем лінію візування на предмет, що знімається (наприклад, окреме дерево). Місце дерева на плані знаходять, відкладаючи на проведеній лінії візування виміряну відстань від станції до дерева у заданому масштабі. Для цього можна скористатися рулеткою чи циркульним метром. Якщо відсутні мірні прилади, то менш точно відстань можна визначити парами кроків.

Щоб можна було визначити відстань під час знімання плану місцевості парами кроків, треба встановити довжину своєї пари кроків. Це можна зробити розміривши рулеткою (чи іншим способом) на місцевості пряму лінію, довжина якої становить 100 м. Двічі пройти вздовж неї (прямою і зворотньому напрямку), рахуючи кількість пар кроків (крокування має бути вільним, звичним). При цьому перший крок робиться правою, а підраховується кожна пара кроків під ліву ногу. Для завершення встановлення довжини пари кроків слід 200 м поділити на число пар кроків.

Визначивши реальну відстань на місцевості до предмета на майбутньому плані потрібно відкласти її у обраному масштабі. Для цього спочатку перетворюють числовий масштаб в іменований. Тоді визначають, скільки сантиметрів становитиме відрізок на плані, який відповідає довжині відстані на місцевості. Для цього відстань на місцевості множать на дробовий запис іменованого масштабу.

Якщо встановили на майбутньому плані ту точку, де повинен бути розміщений об'єкт, то тепер його потрібно зобразити загальноприйнятим умовним знаком. Для планів місцевості і великомасштабних карт є створена своя система умовних знаків. Вони бувають декількох видів – контурні, лінійні, позамасштабні. Ті об'єкти, розміри яких достатньо великі, щоб їх можна було відобразити у масштабі карти, передаються *контурними* або *площадними*

умовними знаками. Вони складаються з контуру (наприклад, кордону держави) і його заповнення (кольору).

Якщо об'єкти настільки малі, що їх не можна відобразити в масштабі плану чи карти (наприклад, джерело), то їх позначають **позамасштабними умовними знаками.** На вигляд вони можуть бути геометричними фігурками, схематичними малюнками і т.д. *Чим менший (дрібніший) масштаб карти, тим більше на ній позамасштабних позначень.*

Об'єкти великої протяжності, але малої ширини (річки, дороги, кордони) наносять **лінійними умовними знаками.** Тільки довжина їх відображена в масштабі, а ширина – довільна, а тому її не потрібно намагатися виміряти.

Крім перерахованих трьох видів умовних знаків, на планах також використовуються пояснювальні знаки (стрілки, що показують напрями течії річок), написи, буквені та цифрові позначення. Цифрами позначають висоту найвищих точок місцевості тощо. Усього на планах місцевості використовують близько 350 умовних знаків і понад 400 скорочених пояснювальних підписів.

Якщо правильно накреслити план місцевості, або мати готовий план певної місцевості, то на ньому можна встановлювати напрямки на предмети, відстані, а на топографічному плані – і висоти точок земної поверхні.

На готовому плані напрям з одного предмета на другий можна визначити за допомогою транспортира. Для цього потрібно олівцем провести лінію (1-2), щоб сполучити дві точки на плані. Тоді з першої точки провести пряму у північному напрямку (паралельну до бічних рамок плану). Напрямок на північ в географії вважається головним і саме від нього відраховують напрямки на всі предмети. Наступним кроком з допомогою транспортира вимірюють кут від північного напрямку до напрямку лінії 1-2. Вимірюється він тільки за напрямом ходу годинникової стрілки. Цей кут називають **азимутом.** *Це кут між напрямком на північ і на будь-який предмет, виміряний за ходом годинникової стрілки. Він може змінюватися від 0° до 360°.* Отже, азимут сходу становитиме 90°, півдня – 180°, заходу – 270°, півночі – 360° або 0°.

Для встановлення реальних відстаней на земній поверхні при наявності плану даної ділянки місцевості найчастіше використовують іменованій та лінійний масштаби.

Отже, щоб скористатися іменованим масштабом, необхідно спочатку визначити відстань на плані у сантиметрах. Для цього достатньо звичайної лінійки. Отриману відстань перемножують на довжину 1 сантиметра на місцевості. Наприклад, якщо виміряна на плані відстань становитиме 5 см, іменованій масштаб в 1 см – 10 м, то на місцевості це відповідатиме 50 м.

Лінійний масштаб зручніше використовувати при наявності циркуля вимірювача. Вимірявши відстань на плані між двома точками циркулем, переносять її на масштабну лінійку і без додаткових розрахунків отримують шукану відстань. При цьому праву голку суміщають з поділкою, розміщеною правіше нуля, з умовою, щоб ліва попала на відрізок лівіший нуля. Так, якщо

права голка буде на поділці 20 м, а ліва розміститься на 4 мм лівіше 0, але на 6 мм правіше напису 10 м, то вся відстань становитиме $20 \text{ м} + 4 \text{ м} = 24 \text{ м}$.

Якщо Ви одержали план розміщеної перед вами ділянки місцевості, масштабу якого невідомий, то його можна визначити. З цією метою потрібно виміряти відстань між двома відображеними на плані об'єктами. Потім визначити відстань між ними на місцевості. Склавши відношення першої величини до другої, скорочуємо обидві величини на таке число, щоб зліва отримати одиницю. Так, отримаємо іменований масштаб, який при необхідності можна перетворити у числовий.

Якщо створюється топографічний план, то необхідно провести ще й висотні вимірювання. Комплекс вимірювальних робіт з визначення висот точок земної поверхні називається нівелюванням, а найпростіший прилад, яким можна визначати висоти – *шкільним нівеліром*. Найпростіший шкільний нівелір складається з двох планок: вертикальної, яка має висоту 1 м, та горизонтальної – меншої (20-25 см). За зовнішнім виглядом прилад нагадує букву Т. На перетині планок до цвяшка прикріплюється тягарець на нитці (**висок**). Він необхідний для точного встановлення нівеліра у вертикальному положенні.

Щоб виміряти висоту горба, встановлюють нівелір біля підніжжя горба. Виском перевіряють, чи вертикально стоїть прилад. Потім один з учнів "прицілюється" і фіксує те місце на схилі горба, куди спрямована горизонтальна планка нівеліра. Інший забиває в цю точку кілочок.



Мал. 39. Зображення рельєфу за допомогою горизонталей

Якщо висота нівеліра один метр, тоді точка, куди забито кілочок, буде на один метр вища від того місця, де стоїть прилад. Після цього його треба перенести туди, де забито кілочок, і знайти другу точку, яка буде вже на два метри вища від підніжжя горба. Пройшовши весь схил, можна досить точно визначити **відносну висоту** потрібного місця. Вона показує перевищення однієї точки над іншою по прямовисній лінії. У даному випадку відносну висоту вершини горба над його підніжжям.

Встановивши відносні, а за відомою абсолютною висотою однієї точки на місцевості, абсолютні висоти інших точок земної поверхні, виникає проблема того, як їх відобразити на плані. Вирішили це питання за допомогою ліній, які назвали

горизонталями. **Горизонталі** — лінії, що з'єднують точки з однаковою абсолютною висотою. Їх проводять через рівну кількість метрів висоти. За формою вони повторюють ту чи іншу форму поверхні, яка ніби перерізана

строго горизонтальною площиною на даній висоті. Так, якщо підніжжя горба правильної конічної форми має висоту 200 м над рівнем моря, то горизонталь висотою 201 м матиме менший діаметр і розміститься в середині. Для того, щоб відрізнити у яку сторону іде зниження використовують нанесення маленьких рисочок на горизонталях (**бергштрихів**), які завжди перпендикулярні до горизонталі, а спрямовані у сторону зниження висот земної поверхні.

Цифрові значення горизонталей на плані підписуються через певну висоту (1, 2 чи 5 м). Знаючи різницю висот двох сусідніх горизонталей, можна обчислювати як абсолютні, так і відносні висоти точок місцевості.

Щоб визначити висоту конкретної точки на топографічному плані потрібно встановити насамперед три моменти: 1) яка абсолютна висота найближчої підписаної горизонталі; 2) через скільки метрів проведені горизонталі; 3) напрямок зниження.

Про задачі

Оскільки у цьому першому пункті розділу розглядаються звичайні плани місцевості, дається спрощене уявлення про азимут, то і задачі тут також пропонуються прості за змістом, які у процесі розв'язку передбачають виконання простих арифметичних дій. Їх можна замінити і складанням та розв'язком простих алгебраїчних виразів.

Задачі з розв'язком

Задача 1. При проходженні 200 м відстані учень зробив 145 пар кроків. Скільки сантиметрів становитиме відстань на плані місцевості від станції до колодязя, якщо при її реальному проходженні учень зробив 80 пар кроків, а масштаб плану 1: 2000?

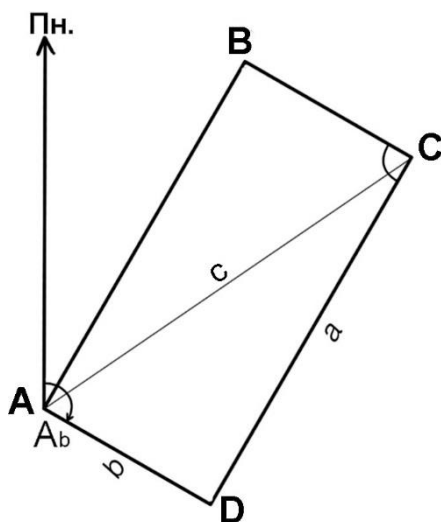
Розв'язок

1. $200 \text{ м} : 145 \text{ пар кроків} = 1,38 \text{ м/пару}$. – довжина пари кроків у метрах;
2. $80 \text{ пар} * 1,38 \text{ м/пару} = 110,3 \text{ м}$ – відстань на місцевості у метрах.
3. – іменований масштаб плану.

4. $110,3 \text{ м} * \frac{1}{2000} = 5,5 \text{ см}$

Відповідь: відстань на плані місцевості від станції до колодязя становить 5,5 см.

Задача 2. На плані відображено сад прямокутної форми. Азимут бічної довшої сторони 30° , а діагоналі 60° . Який азимут меншої сторони (реальна довжина 20 м) з тієї самої точки і яка довжина довшої сторони саду на плані масштабу 1:1000?



Мал. 40. Розміщення ділянки зайнятої садом.

Розв'язок

1. $\angle ABD = 90^\circ$.
2. $A_b = 30^\circ + 90^\circ = 120^\circ$.
3. $\angle ABD = 60^\circ - 30^\circ = 30^\circ$.
4. $AD = BC$.
5. $AB = 20 \text{ м} * \operatorname{tg} 30^\circ = 20 \text{ м} * \sqrt{3} = 34,64$
м – реальна довжина бічної сторони саду.
6. – іменований масштаб.
7. $AB = 20 \text{ м} * \operatorname{tg} 30^\circ = 20 \text{ м} * \sqrt{3} = 34,64$
м – реальна довжина бічної сторони саду.
8. $34,64 \text{ м} * \quad = 3,464 \text{ см}$

Відповідь: азимут коротшої сторони саду із заданої точки становить 120° , а довжина довшої сторони на плані 3,464 см.

Задача 3. Дві групи учні здійснювали нівелювання горбів. Перша група здійснювала нівелювання горба абсолютна висота якого 157,2 м з підніжжя висотою 131,4 м. Друга група учнів розпочав нівелювання з точки абсолютна висота якої на 22,6 м менша, ніж у першої. У скільки разів більше довелося встановлювати нівелір другій групі, порівняно з першою, якщо абсолютна висота другого горба 164,9 м

Розв'язок

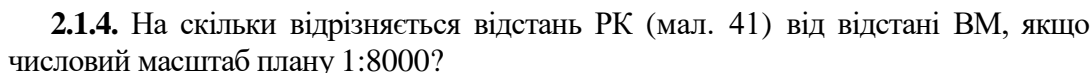
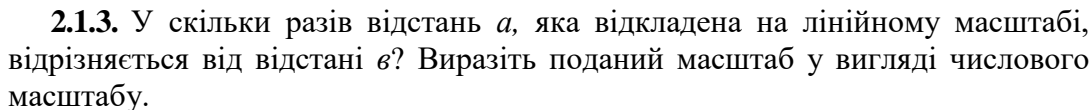
1. $157,2 \text{ м} - 131,4 \text{ м} = 25,8 \text{ м}$ – отже шкільний нівелір довелося встановлювати першій групі 28 разів;
2. $131,4 \text{ м} - 22,6 \text{ м} = 108,8 \text{ м}$ – абсолютна висота старту нівелювання другої групи;
3. $164,9 \text{ м} - 108,8 \text{ м} = 56,1 \text{ м}$ – отже шкільний нівелір довелося встановлювати другій групі 56 разів;
4. $56 : 28 = 2$.

Відповідь: нівелір другій групі, довелося встановлювати нівелір у два рази більше порівняно з першою.

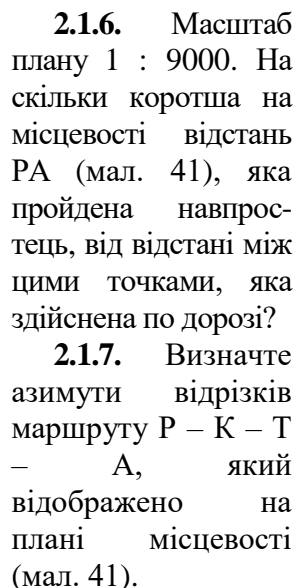
Задачі для розв'язку

2.1.1. При проходженні 200 м відстані учень зробив 152 пари кроків. Відстань для проходження якої учень нарахував 500 пар кроків, на плані відкладалася відрізком довжиною 32,9 см. Який числовий масштаб плану?

2.1.2. У скільки разів відстань a , яка відкладена на лінійному масштабі, відрізняється від відстані b ? Виразіть поданий масштаб у вигляді числового масштабу.



2.1.5. На скільки відрізняється відстань РК (мал. 41) від відстані ТА, якщо відстань КТ на місцевості становить 330 м?



Мал. 41. План

місцевості

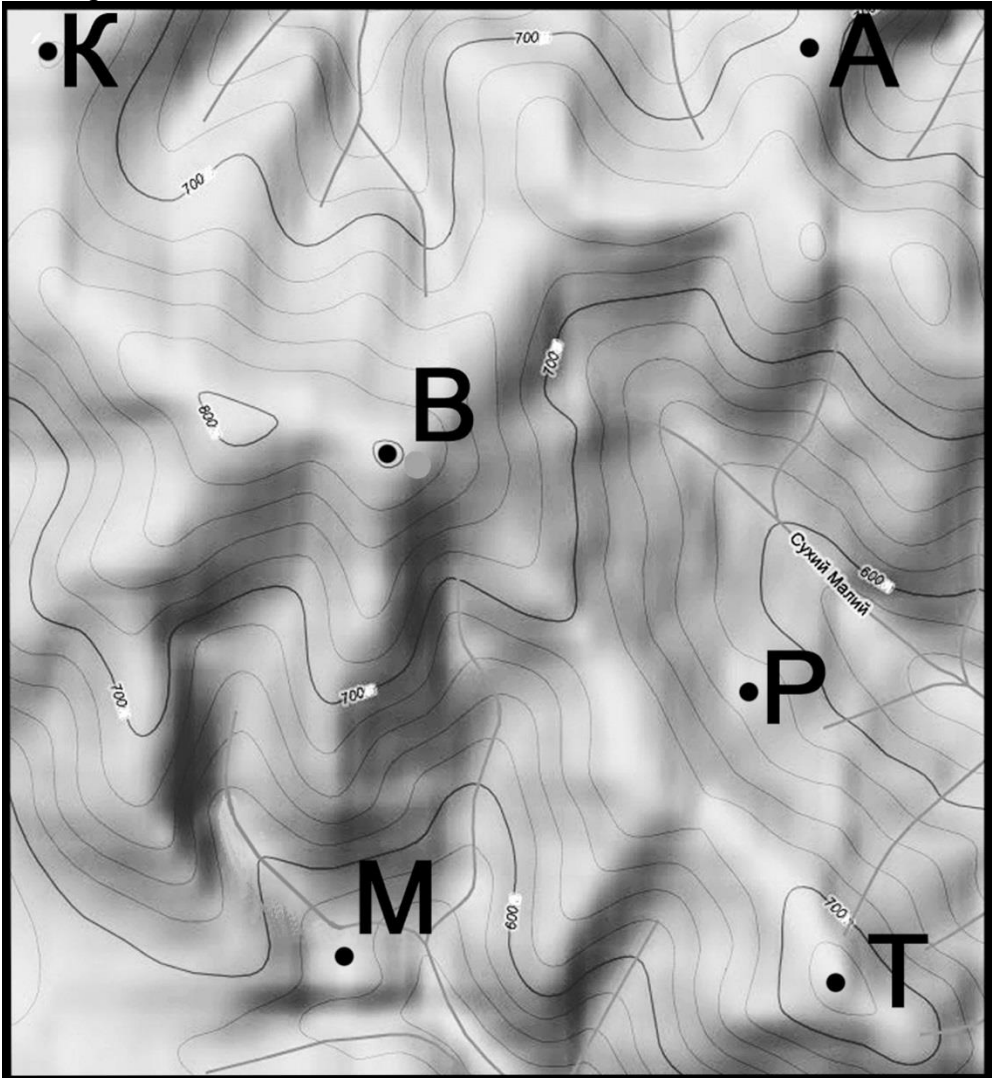
2.1.8. Визначте азимути маршрутів ВМ і МВ на плані місцевості (мал.41). На скільки градусів вони відрізняються між собою?

2.1.9. Учні здійснили нівелювання горба. Абсолютна висота його становила 268,5 м, а підніжжя – 221,0 м. Після цього вони відобразили горб від підніжжя до вершини на аркуші паперу за допомогою горизонталей. Скільки горизонталей вони зобразили для зображення горба, якщо будували тільки горизонталі кратні 5 м.

2.1.10. Яка з точок А, В, Р, Т, які зображені на фрагменті топографічного

плану (мал. 42), розміщена найнижче за абсолютною висотою? Визначте її абсолютну висоту, а також на скільки вона нижче від кожної з інших трьох точок..

2.1.11. Яка серед усіх точок, які зображені на фрагменті топографічного плану (мал. 42) має найбільшу абсолютну висоту, а яка розміщена найнижче за абсолютною висотою? Визначте абсолютну висоту найвищої і найнижчої точок, та різницю висот між ними.



Мал. 42. Фрагмент топографічного плану горбистої місцевості

2. ТОПОГРАФІЧНІ КАРТИ: ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ, ПРЯМОКУТНІ ТА ГЕОГРАФІЧНІ КООРДИНАТИ

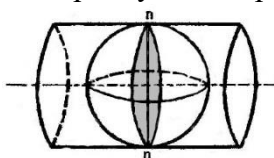
За змістом карти прийнято ділити на загальногеографічні і тематичні. На **загальногеографічних** картах з однаковим ступенем детальності позначені всі об'єкти, що відображають зовнішній вигляд території: рельєф, водні об'єкти, населені пункти, транспортні шляхи, промислові підприємства тощо. Залежно від масштабу, загальногеографічні дрібномасштабні карти називають *оглядовими*, середньомасштабні — *оглядово-топографічними*, велико-масштабні — *топографічними*. Отже, **топографічні карти** — це великомасштабні загальногеографічні карти, що відображають розміщення і властивості основних природних і соціально-економічних об'єктів місцевості.

Найбільш поширеними масштабами топографічних карт є 1:200000, 1:100000, 1:50000, 1:25000, 1:10000. Отже, найбільші за масштабом топографічні карти дуже подібні топографічним планів. На усіх топографічних картах використовуються здебільшого і ті самі умовні знаки, що й на планах. Однак, якщо на планах зовсім не враховується кулястість земної поверхні, то при створенні топографічних карт враховується форма Землі, а тому застосовується картографічна проекція. І в цілому вони за побудовою є значно складнішими картографічними творами, ніж плани місцевості.

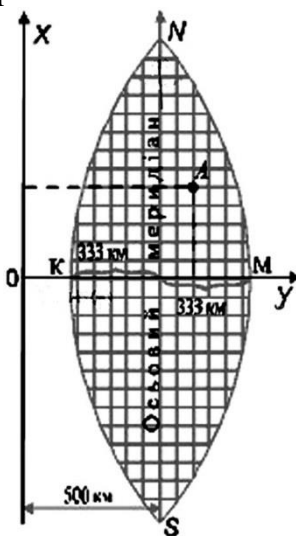
При складанні топографічних карт в Україні використовують спеціальну поперечну циліндричну проекцію. Для зображення невеликих територій у цій проекції, усю поверхню Землі було уявно поділено на геодезичні зони — ділянки поверхні, обмежені двома меридіанами (шириною 6° довготи). Проектуються вони на циліндр, кожна окремо (мал. 43). Середній (осьовий) меридіан зони та екватор зображаються взаємно перпендикулярними прямими лініями без спотворень. Вся земна поверхня поділена на 60 таких зон, які пронумеровані звичними для нас арабськими цифрами, починаючи від Гринвіцького меридіана на схід.

Для зручності знаходження географічних об'єктів на топографічних картах для них була створена прямокутна система координат, подібна до звичної для вас Декартової, що використовується у математиці. Основою координатної сітки в кожній 6-градусній геодезичній зоні (мал. 44) є її осьовий меридіан та екватор. Однак осьовий меридіан зони прийнятий за вісь X, а за вісь Y — лінія екватора.

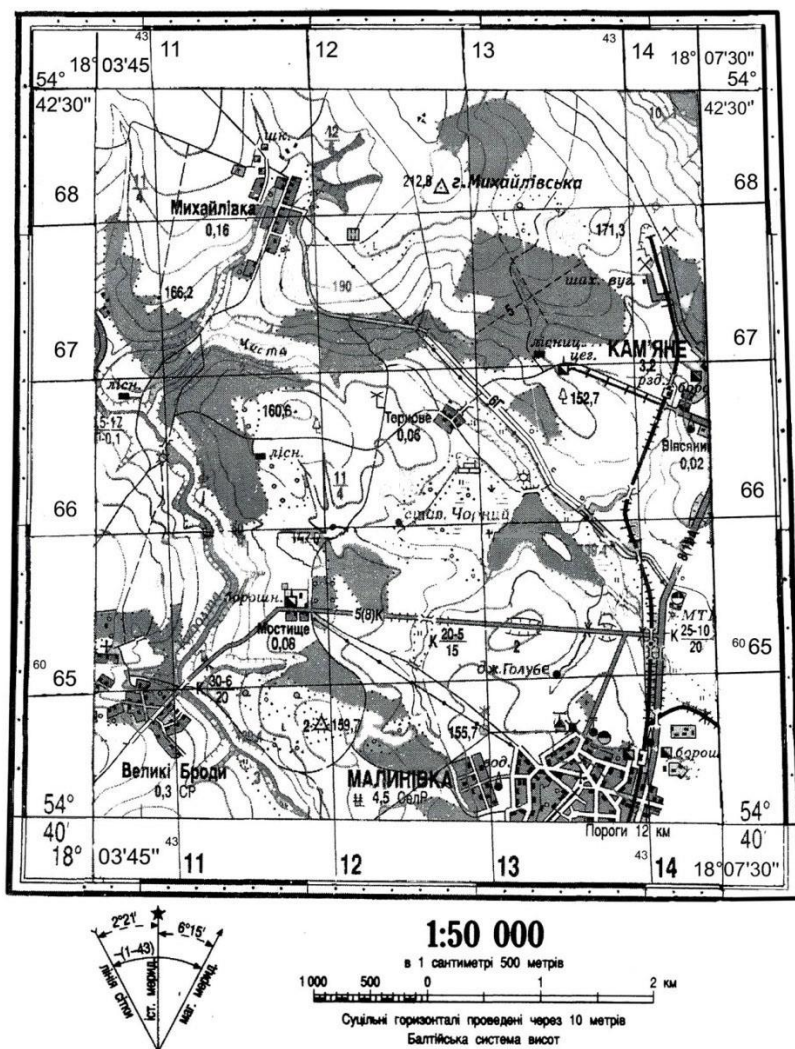
На північ від екватора відповідно усі значення ікса мають додатні значення. Щоб уникнути від'ємних значень координати Y, за лінію відліку її береться не сам осьовий меридіан геодезичної зони, а уявна лінія, що віддалена від нього на захід на 500 км і знаходиться поза межами кожної із зон.



Мал. 43. Проектування геодезичної зони на циліндр



Мал. 44. Прямокутна система координат у геодезичній зоні



Мал. 45. Фрагмент аркуша топографічної карти

Для зручності визначення прямокутних координат точок, знаходження відстаней між точками на топографічних картах є відображена кілометрова сітка. Утворена вона лініями які уявно проведені у кожній геодезичній зоні. Усі вертикальні лінії або просто вертикалі кілометрової сітки паралельні осі X (випрямленому середньому меридіану геодезичної зони), а горизонталі – паралельні осі Y, тобто відрізка екватора.

Кожна топографічна карта є більшою чи меншою частинкою геодезичної зони, а тому містить фрагмент її цілісної кілометрової сітки. Користуючись нею, можна визначити прямокутні координати будь-якого об'єкта. Адже вздовж лівого і правого країв карти підписані значення координати X для кожної горизонтальної лінії сітки, тобто віддаленість її від екватора.

Наприклад, координата X джерела Голубе (мал. 45), що розміщене південніше озера Чорного на навчальній карті, становитиме приблизно: $X = 6065070$. Це означає, що вона відділена від екватора на 6065 км 070 м. Відстань у кілометрах ми зчитуємо на східному чи західному продовженні горизонталі, маючи при цьому на увазі, що записане маленькими цифрами число 60 біля нижніх і верхніх горизонталей цієї карти, насправді стосується усіх горизонталей. 70 м становить відстань від нижньої щодо шуканої точки горизонталі до самого об'єкта (у даному прикладі джерела Голубе). Це можна визначити, вимірявши відстань від горизонталі до джерела звичайною лінійкою і помноживши на іменований масштаб. Координата X ніколи не може бути дев'ятизначним числом. Найбільше її значення може бути виражене тільки восьмизначним числом, перша цифра у якому 1. Це зумовлено тим що X найбільших значень набирає біля полюса. Адже протяжність кожної геодезичної зони від екватора, наприклад, до північного полюса становить 90° широти, або ледь більше 10000 км.

Аналогічним способом знайдемо координату Y для обраного джерела. Вона становитиме: $Y = 4313400$. 4313 ми зчитуємо з продовження вертикалі кілометрової сітки карти, що проходить західніше джерела, а 400 м відстань від цієї вертикалі до джерела, яка визначена за допомогою масштабу. При цьому слід мати на увазі, що в усіх випадках і на усіх топографічних картах береться значення західнішої вертикалі.

Що ж означає величина координати Y ? Для того, щоб зрозуміти, розглянемо окрему геодезичну зону (мал. 44). Найбільшу протяжність вона має вздовж екватора, оскільки там довжина одного градуса довготи найбільша: $6^\circ \times 111 \text{ км} = 666 \text{ км}$ (відповідно по 333 км на захід і схід від осьового меридіана зони). Отже, гіпотетично координата Y меридіана, що обмежує зону із заходу, мав б становити — 333 км. Однак саме для того, щоб *уникнути від'ємних значень, вісь відліку уявно перенесли на 500 км на захід*. У цьому випадку ордината у згаданого меридіана буде найменшою з можливих і становитиме: $500 \text{ км} - 333 \text{ км} = 167 \text{ км}$ (точка К), середнього меридіана зони — 500 км, а крайнього східного найбільшою з можливих: $500 \text{ км} + 333 \text{ км} = 833 \text{ км}$ (точка М).

Ці три цифри, що означають відстань від лінії відліку координати Y , розміщені у повному значенні ігрека лівіше трьох останніх цифр. У прикладі з джерелом Голубим це число 313. Оскільки 313 км менше 500 км, то можна зробити висновок, що озеро лежить на захід від осьового (21° сх. д.) меридіана зони на 187 км 600 м (500 км — 313 км 400 м).

Залишилося з'ясувати, що означає перша цифра (4 у нашому прикладі). Вона відповідає номеру геодезичної зони, отже може набирати значень від 1 до 60. Озеро Голубе таким чином знаходиться у четвертій геодезичній зоні, яка обмежена меридіанами 18° та 21° сх. д.

Наявність кілометрової сітки дозволяє також досить швидко знаходити об'єкти за назвами квадратів, а також визначати приблизні відстані. Квадрати називають чотирицифровим числом, яке складається з двох великих цифр, якими підписана південна щодо шуканого об'єкта горизонталь кілометрової сітки, та таких же двох цифр західнішої вертикалі сітки. Так на фрагменті топографічної карти в атласі село Мостище знаходиться у квадраті 6511. Відстань від нього до джерела Голубе становить приблизно 1,5 км. Точніше її можна визначити як і на плані за допомогою масштабу.

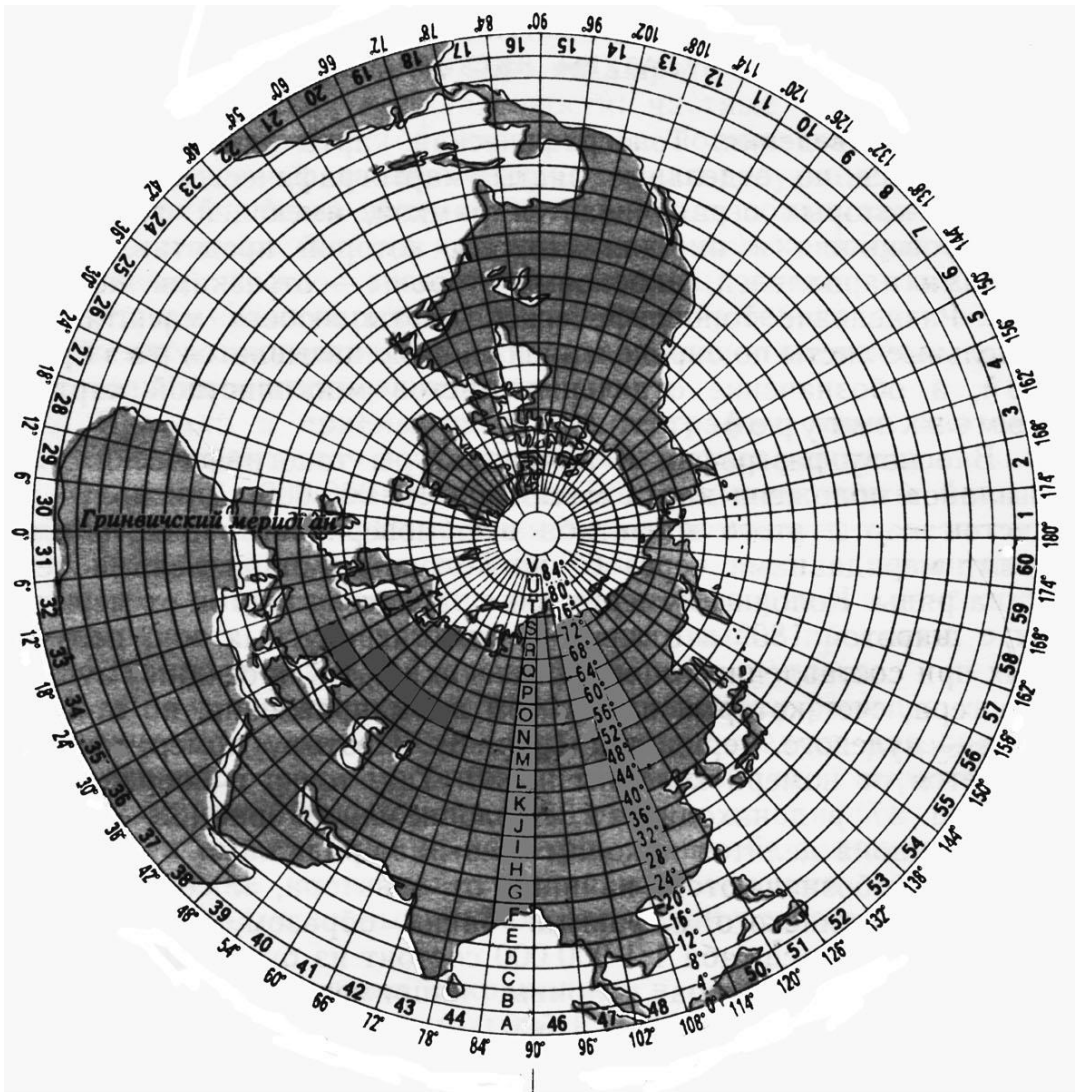
На топографічних картах можна дуже точно визначати й географічні координати. Для цього звернемо увагу на внутрішню рамку листа топографічної карти, що обмежує картографічне зображення. Її утворюють випрямлені дуги паралелей і меридіанів. У кутках рамок підписані їхні географічні координати. Паралельно внутрішній рамці проведена хвилинна рамка — двійна лінія, розділена на світлі і темні відрізки. Кожен відрізок вздовж західного та східного країв карти відповідає 1' широти, а північного та південного — 1' довготи. Хвилинні відрізки на картах масштабу більше 1:100000 крапками розділяють на відрізки по 10'.

Щоб визначити координати певної точки, до неї прикладають лінійку так, щоб вона з'єднувала однойменні секундні поділки на протилежних краях карти. Тоді на західному чи східному краї зчитують географічну широту, а на північному чи південному — географічну довготу. Коли потрібно знайти точку за даними координатами, то операції здійснюють у зворотному порядку. Відкреслюючи лінії, знаходять на їх перетині шуканий об'єкт. Так, географічні координати джерела Голубе на навчальній карті будуть приблизно $54^{\circ}40'31''$ пн. ш. та $18^{\circ}13'39''$ сх. д.

Щоб усю площу Земної кулі без залишку покрити картами, її умовно розділили на ряди і колони на перетині яких сформувалися сферичні трапеції, які підлягають відображенню на карті масштабу 1:1 000 000. *Рядами називають чотириградусні смуги між двома паралелями (мал. 46). Вони позначаються великими буквами латинського алфавіту, починаючи від екватора (до півночі і півдня). Ряд А обмежений екватором і паралеллю 4° , ряд В – паралелями 4° і 8° і т.д. Повних рядів у кожній півкулі 22.*

Шестиградусні смуги між двома меридіанами називаються колонами і нумеруються арабськими цифрами з заходу на схід. Перша колона обмежена меридіанами з довготою 180° і 174° західної довготи, друга колона – 174° і 168° і т.д. Таким чином, Гринвіцький меридіан (0°) розмежовує 30 і 31 колони. Усю земну поверхню охоплюють **60 колон**.

Позначення листа мільйонної карти складається з букви ряду і номера колони. Карти більших масштабів отримують шляхом розподілу аркуша карти масштабу 1: 1000000.



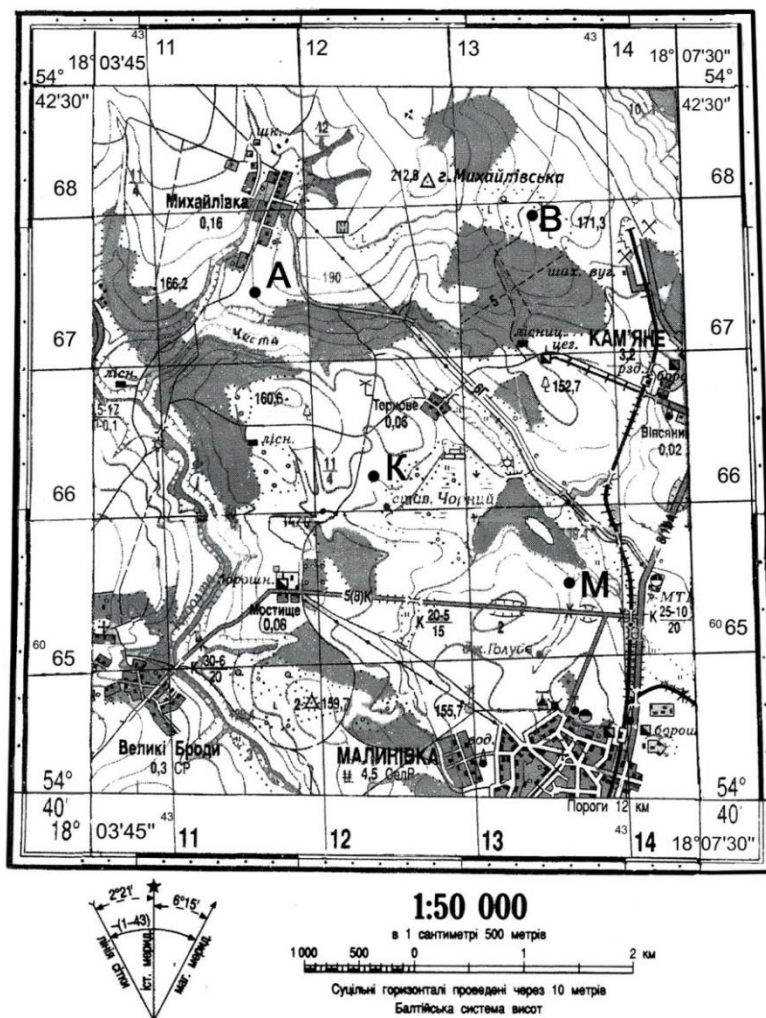
Мал. 46. Схема розграфки і номенклатури топографічних карт північної півкулі

Про задачі

Оскільки тут розглянуто тільки особливості побудови топографічних карт, то задачі пропонуються прості та однотипні на встановлення координат на фрагменті топографічної карти масштабу 1 : 50000000.

Задачі з розв'язком

Задача 1. Координата X точки Т на 800 менша X точки А, яка позначена на фрагменті карти (мал. 47), а Y точки Т на 750 більше Y точки А. Які прямокутні та географічні координати точки Т?



Мал. 47. Фрагмент аркуша топографічної карти

Розв'язок

- 1) $X_A = 6067470$;
 $X_T = 6067470 - 800 = 6066670$;
- 2) $Y_A = 4311650$;
 $Y_T = 4311650 + 750 = 4312400$;

Відповідь: $X_A = 6067470$, $Y_A = 4311650$; $X_T = 6066670$, $Y_T = 4312400$.

Задача 2. Географічна широта точки Т за величиною більше на 40" від точки М (мал. 47), а географічна довгота на 40" менша, ніж у точки М. Які прямокутні та географічні координати точки Т?

Розв'язок

- 1) $\varphi_M = 54^\circ 40'44''$ пн. ш.,
- 2) $\varphi_T = 54^\circ 40'44'' + 40'' = 54^\circ 41'24''$ пн. ш.
- 3) $\lambda_M = 18^\circ 06'40''$ сх. д.;
- 4) $\lambda_T = 18^\circ 06'40'' - 40'' = 18^\circ 06'00''$ сх. д.;
- 5) $X_T = 6066800$; $Y_T = 4313000$.

Відповідь: $\varphi_T = 54^\circ 41'24''$ пн. ш., $\lambda_T = 18^\circ 06'00''$ сх. д.; $X_T = 6066800$, $Y_T = 4313000$.

Задачі для розв'язку

2.2.1. Координата X точки T на 1200 менша X точки B , яка позначена на фрагменті карти (мал. 47), а Y точки T на 1350 менше Y точки B . Які прямокутні та географічні координати точки T ?

2.2.2. Визначте прямокутні та географічні координати точки K та гори Михайлівська, яка позначена на фрагменті карти (мал. 47) у квадраті 6812. На скільки прямокутні координати X і Y вершини гори Михайлівська, відрізняються від координат точки K ?

2.2.3. Визначте прямокутні координати горба з геодезичним знаком 160,6 м (квадрат 6611), яка зображена на фрагменті топографічної карти (мал. 47). На скільки та у якому напрямку точка вершини віддалена від екватора та середнього меридіану геодезичної зони?

2.2.4. Визначте прямокутні та географічні координати будиночка лісника (квадрат 6611) та горба з геодезичним знаком 159,7 м (квадрат 6411), які зображені на фрагменті топографічної карти (мал. 47)? На скільки географічні координати цих об'єктів відрізняються між собою?

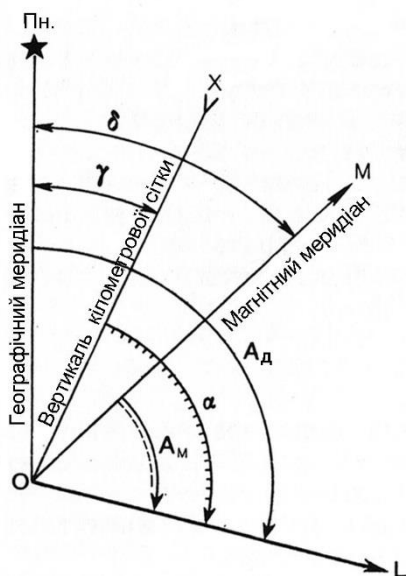
3. НАПРЯМКИ НА ТОПОГРАФІЧНІЙ КАРТІ І МІСЦЕВОСТІ

З підручника географії для шостого класу Ви вже знаєте, що кут між напрямком на північ і на будь-який предмет, виміряний за годинниковою стрілкою, називається **азимутом**. Однак при точних вимірюваннях розрізняють азимут магнітний і азимут дійсний. Той що визначений за допомогою компаса і становить кут між північним напрямком стрілки компаса (магнітного меридіана) і напрямком на предмет, виміряний за напрямком ходу годинникової стрілки називають **азимутом магнітним** (A_M). Аналогічно виміряний кут від напрямку на північ справжнього географічного меридіана (мал.48) називають **азимутом дійсним** (A_D).

Величини обох азимутів для одного і того самого предмета майже ніколи не співпадають. Причина відмінності насамперед полягає в тому, що магнітний північний полюс Землі не співпадає з географічним. У наш час він розміщений

на одному з островів Канадського архіпелагу (координати $77^{\circ}36'$ пн. ш. і $102^{\circ}48'$ зх. д.). Стрілка компаса спрямовується саме на магнітний полюс, а тому ці азимути будуть різні за величиною.

Кут між магнітним і дійсним (географічним) меридіаном, на величину якого і відрізняються азимути, називають **магнітним схиленням** (δ – дельта). Величина його є вказана на схемі, що розміщена у нижній частині топографічної карти. Оскільки насправді точним напрямком на північ ніч є напрямок географічного меридіана, то відхилення від нього стрілки компаса на схід вважається східним схиленням, а на захід – західним.



Мал. 48. Кути напрямків на топографічних картах

Однак на топографічних картах визначають за допомогою

транспортира не азимути, а тільки дирекційні кути. **Дирекційний кут** (α) це кут між північним напрямком вертикалі кілометрової сітки (осьового меридіана геодезичної зони) і напрямком на предмет, виміряний за напрямком ходу годинникової стрілки. Його дуже легко визначити на топографічній карті. Для цього можна з точки на карті (наприклад джерела Голубе) провести легко олівцем у північному напрямку лінію, паралельну вертикалі сітки. Друга лінія спрямовується до предмета, дирекційний кут на який ми хочемо визначити (наприклад на залізничний міст через автодорогу у цьому ж квадраті). Дирекційний кут від джерела на нього становитиме: $\alpha = 39^{\circ}$.

Дирекційний кут практично завжди за величиною не відповідає жодному з азимутів. Відповідати азимуту дійсному він може лише у тому випадку, якщо точка лежить на осьовому меридіану зони. Всі інші меридіани не йдуть паралельно йому, а поступово зближаються у напрямку полюсів. Тому між вертикалями кілометрової сітки і справжніми меридіанами виникають кути, які називають **зближеннями меридіанів** (γ – ню). Це можна легко помітити на будь-якій топографічній карті де бічні рамки картографічного зображення (внутрішні) є відрізками справжніх зменшених географічних меридіанів.

Зближення, як і схилення, також буває східне і західне, залежно від того куди нахилені вертикалі кілометрової сітки відносно географічного меридіана.

Всі інші кути напрямків на топографічній карті не визначаються, а розраховуються за схемою, що подана у нижній частині карти. Так уявно перенісши подану на навчальній карті схему на місце джерела Голубе встановимо, що азимут дійсний моста становитиме: $A_d = 39^\circ - 2^\circ = 37^\circ$, а азимут магнітний: $A_m = 37^\circ - 6^\circ = 31^\circ$.

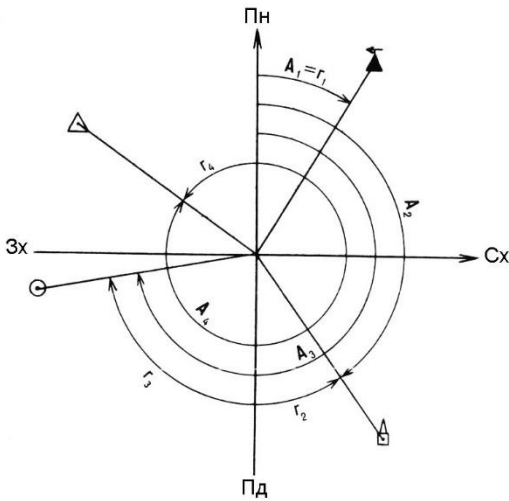
Для орієнтування на місцевості користуються також румбами. **Румбом** картографічним називається напрям руху або лінії візування у градусах, відлічених від найближчого напрямку меридіана, тобто від його північного чи південного. Для

позначення румбів виділяють чотири чверті – по 90° у кожній (див. рис.). Відраховують їх за годинниковою стрілкою від північного напрямку меридіана.

Вони називаються: перша (I) – Пн.-Сх. (північно-східна), друга (II) – Пд.-Сх. (південно-східна), третя (III) – Пд.-Зх. (південно-західна) і четверта (IV) – Пн.-Зх. (північно-західна).

Градусна величина румбів може бути

Мал. 49. Співвідношення румбів і азимутів



$$r_1 = \text{ПнСх } 31^\circ$$

$$r_2 = \text{ПдСх } 35^\circ$$

$$r_3 = \text{ПдЗх } 72^\circ$$

$$r_4 = \text{ПнЗх } 61^\circ$$

$$A_1 = r_1 = 31^\circ$$

$$A_2 = 180^\circ - r_2 = 145^\circ$$

$$A_3 = 180^\circ + r_3 = 252^\circ$$

$$A_4 = 360^\circ - r_4 = 299^\circ$$

однаковою, тому перед нею ставлять назву чверті. Наприклад румб моста від джерела Голубого становитиме Пн.-Сх. 37° .

Про задачі

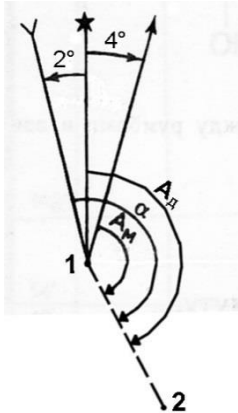
Задач на визначення кутів напрямку на топографічних карт можна запропонувати досить багато. До того ж вони можуть бути різних типів, у тому числі поєднувати у своєму змісті знання про інші вимірювальні властивості цих картографічних творів.

Рекомендуємо при розв'язуванні цих задач обов'язково креслити схематичний малюнок взаєморозташування точок та кутів напрямків. При цьому слід мати на увазі, що північний напрямок географічного меридіану обов'язково зображають завжди строго вертикальною прямою лінією, а дві інші лінії можуть відхилитися у ту чи іншу сторону.

Задачі з розв'язком

Задача 1. Дирекційний кут з точки 1 на точку 2 (α_{1-2}) становить 145° . Який азимут дійсний і азимут магнітний з точки 1 на точку 2, якщо зближення меридіанів західне 2° , а магнітне схилення східне 4° ?

Розв'язок



$$1) A_{\partial 1-2} = 145^\circ - 2^\circ = 143^\circ;$$

$$2) A_{M 1-2} = 143^\circ - 4^\circ = 139^\circ.$$

Відповідь: $A_{\partial 1-2} = 143^\circ$; $A_{M 1-2} = 139^\circ$.

Мал. 50. Фрагмент аркуша топографічної карти

Задача 2. Визначте дирекційний кут, азимут дійсний і азимут магнітний з точки В на точку А, а також з точки А на точку В, які позначена на фрагменті топографічної карти (мал. 51). Поправки кутів закруглити до цілих градусів. Яка відстань на карті між цими точками?

Розв'язок

$$1) \alpha_{BA} = 257^\circ, \quad A_{\partial BA} = 257^\circ - 2^\circ = 255^\circ, \quad A_{M BA} = 255^\circ - 6^\circ = 249^\circ;$$

$$2) \alpha_{AB} = 257^\circ - 180^\circ = 77^\circ, \quad A_{\partial AB} = 255^\circ - 180^\circ = 75^\circ, \quad A_{M AB} = 249^\circ - 180^\circ = 69^\circ;$$

$$3) 3,9 \text{ см} * 500 \text{ м/см} = 1950 \text{ м}.$$

Відповідь: $\alpha_{BA} = 257^\circ$, $A_{\partial BA} = 255^\circ$, $A_{M BA} = 249^\circ$; $\alpha_{AB} = 77^\circ$, $A_{\partial AB} = 75^\circ$, $A_{M AB} = 69^\circ$; відстань між точками становить 1950 м.

Задача 3. Точка 1 на фрагменті топографічної карти (мал. 51) це борошномельний завод у квадраті 6511. Визначте прямокутні координати точки 2, координати якої: $X_2 = X_1 + 1950$; $Y_2 = Y_1 + 1150$. Які географічні координати точки 2, відстань між точками, дирекційний кут з точки 1 на точку 2, а також азимут дійсний, магнітний та румб?

Розв'язок

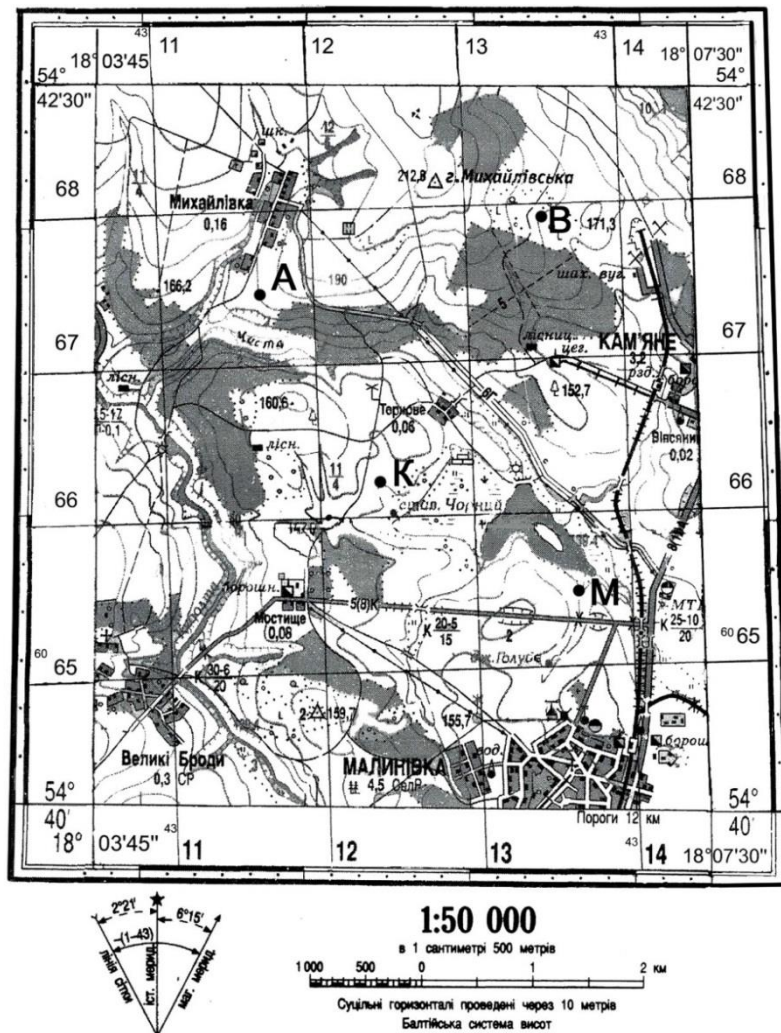
$$1) X_1 = 6065550, \quad Y_1 = 4311800;$$

$$2) X_2 = 6065550 + 1950 = 6067500;$$

$$3) Y_2 = 4311800 + 1150 = 4312950;$$

- 4) $\varphi_2 = 54^\circ 41'42''$ пн. ш., $\lambda_2 = 18^\circ 05'56''$ сх. д.;
- 5) $4,9 \text{ см} * 500 \text{ м/см} = 2450 \text{ м}$.
- 6) $\alpha_{1-2} = 30^\circ$, $A_{\delta 1-2} = 30^\circ - 2^\circ = 28^\circ$, $A_{M 1-2} = 28^\circ - 6^\circ = 22^\circ$;
- 7) $R_{1-2} = 28^\circ \text{ПнСх}$.

Відповідь: $\varphi_2 = 54^\circ 41'24''$ пн. ш., $\lambda_2 = 18^\circ 06'00''$ сх. д.; $X_2 = 6066800$, $Y_2 = 4313000$; відстань між точками 2450 м ; $\alpha_{1-2} = 30^\circ$, $A_{\delta 1-2} = 28^\circ$, $A_{M 1-2} = 22^\circ$;
 $R_{1-2} = 28^\circ \text{ПнСх}$.

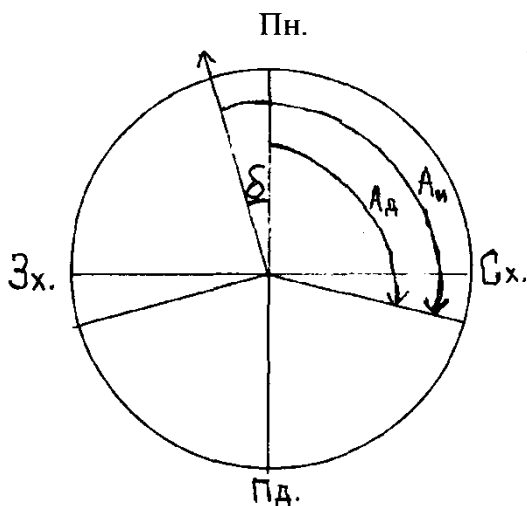


Мал. 51. Фрагмент аркуша топографічної карти

Задача 4. На березі одного із Шацьких озер (довгота 24° сх. д.) сонце зійшло за азимутом магнітним 99° . Яка величина і напрямок магнітного схилення, якщо різниця між азимутами полуденної за місцевим часом висоти Сонця та точки його заходу становила 84° ? О котрій годині за київським «літнім» часом цього дня зійшло сонце на березі озера? В які орієнтовно дні року зроблені ці спостереження?

Розв'язок

- Відомо, що сонце опівдні за місцевим часом перебуває точно у південному напрямку і ділить світловий день на дві рівні частини. З цього слідує, що азимут дійсний сходу також відрізняється від південного напрямку на 84° . Отже:
 $180^\circ - 84^\circ = 96^\circ$ – азимут дійсний сходу.
- Щоб знайти магнітне схилення, зобразимо лінію горизонту у вигляді кола, позначивши сторони та визначені азимути.



З малюнка видно, що якщо азимут магнітний більший від дійсного, то магнітне схилення західне і становить:

$$99^\circ - 96^\circ = 3^\circ.$$

- Беручи до уваги те, що Земля відносно Сонця повертається на 1° за 4 хв., знайдемо місцевий час сходу сонця:
 $96^\circ * 4 \text{ хв./град.} = 384 \text{ хв.} = 6 \text{ год.} 24 \text{ хв.}$
- Знаючи довготу, знайдемо різницю часу між Гринвічем і берегом озера:
 $24^\circ * 4 \text{ хв./град} = 96 \text{ хв.} = 1 \text{ год.} 36 \text{ хв.}$
- Тепер знайдемо час на Гринвічі на момент сходу сонця на узбережжі озера:
 $6 \text{ год.} 24 \text{ хв.} - 1 \text{ год.} 36 \text{ хв.} = 4 \text{ год.} 48 \text{ хв.}$

6. Відомо, що київський «літній час» на 3 години «пізніший» часу на Гринвічі, а отже, на годинниках на момент сходу сонця буде:
4 год. 48 хв. + 3 год. = 7 год. 48 хв.;

7. Оскільки тривалість ночі більша 12 годин, але близька до цього, то це могло б бути або у дні перед 21 березня, або після 23 вересня. Однак, якщо в умові йдеться про «літній» час, то описана ситуація стосується тільки днів після 23 вересня.

Відповідь: на момент сходу сонця на одному із Шацьких озер буде на годинниках 7 год. 48 хв.; спостереження стосуються декількох днів після 23 вересня.

Задачі для розв'язку

2.3.1. Дирекційний кут з точки 1 на точку 2 (α_{1-2}) становить 38° . Який азимут дійсний, азимут магнітний та румб з точки 1 на точку 2, якщо зближення меридіанів східне 2° , а магнітне схилення західне 4° ?

2.3.2. Дирекційний кут з точки 1 на точку 2 (α_{1-2}) становить 232° . Який азимут дійсний, азимут магнітний та румб з точки 1 на точку 2, якщо зближення меридіанів західне 2° , а магнітне схилення західне 6° ?

2.3.3. Дирекційний кут з точки 1 на точку 2 (α_{1-2}) становить 288° . Який азимут дійсний, азимут магнітний та румб з точки 1 на точку 2, якщо зближення меридіанів східне 2° , а магнітне схилення західне 5° ?

2.3.4. Дирекційний кут з точки 1 на точку 2 (α_{1-2}) становить 96° , а азимут магнітний 100° . Який азимут дійсний та румб з точки 1 на точку 2, зближення меридіанів та магнітне схилення, якщо зближення меридіанів західне, а за величиною становить $1/3$ магнітного схилення?

2.3.5. Дирекційний кут з точки 1 на точку 2 (α_{1-2}) становить 192° , а азимут магнітний 188° . Який азимут дійсний та румб з точки 1 на точку 2, зближення меридіанів та магнітне схилення, якщо зближення меридіанів за величиною відповідає магнітному схиленню?

2.3.6. Азимут дійсний з точки 1 на точку 2 ($A_{\partial 1-2}$) становить 42° . Який дирекційний кут, азимут магнітний та румб з точки 2 на точку 1, якщо зближення меридіанів західне 1° , а магнітне схилення західне 6° .

2.3.7. Азимут дійсний з точки 1 на точку 2 ($A_{\partial 1-2}$) становить 214° . Який дирекційний кут, азимут магнітний та румб з точки 2 на точку 1, якщо зближення меридіанів східне 2° , а магнітне схилення західне 5° .

2.3.8. Азимут магнітний з точки 1 на точку 2 (α_{1-2}) становить 122° . Який азимут дійсний, дирекційний кут та румб з точки 1 на точку 2, якщо зближення меридіанів східне 2° , а магнітне схилення західне 4° ?

2.3.9. Румб з точки 1 на точку 2 становить 33° Пн.-Зх. Який азимут дійсний, дирекційний кут та азимут магнітний з точки 1 на точку 2, якщо зближення меридіанів східне 2° , а магнітне схилення західне 6° ?

2.3.10. Прямокутні координати точки 1 на топографічній карті становлять: $X_1 = 6064850$; $Y_1 = 4311450$. Визначте прямокутні координати точки 2, які відповідають таким виразам: $X_2 = X_1 + 1950$; $Y_2 = Y_1 + 1950$. Який дирекційний кут, азимут дійсний, азимут магнітний та румб з точки 1 на точку 2, якщо зближення меридіанів західне 2° , а магнітне схилення західне 3° ?

2.3.11. Прямокутні координати точки 1 на топографічній карті становлять: $X_1 = 6068350$; $Y_1 = 4313500$. Визначте прямокутні координати точки 2, які відповідають таким виразам: $X_2 = X_1 - 2650$; $Y_2 = Y_1 - 2650$. Який дирекційний кут, азимут дійсний, азимут магнітний та румб з точки 1 на точку 2, якщо зближення меридіанів східне 2° , а магнітне схилення західне 6° ?

2.3.12. Прямокутні координати точки 1 на топографічній карті становлять: $X_1 = 6064600$, $Y_1 = 4311200$. Визначте прямокутні координати точки 2, яка розміщена на відстані 4200 м за дирекційним кутом 30° від точки 1. Який азимут дійсний, азимут магнітний та румб з точки 1 на точку 2, якщо зближення меридіанів східне 2° , а магнітне схилення західне 4° ?

2.3.13. Прямокутні координати точки 1 на топографічній карті становлять: $X_1 = 6065700$, $Y_1 = 4313800$. Визначте прямокутні координати точки 2, яка розміщена на відстані 2800 м за азимутом дійсним 332° від точки 1. Який дирекційний кут, азимут магнітний та румб з точки 2 на точку 1, якщо зближення меридіанів східне 2° , а магнітне схилення східне 7° ?

2.3.14.* Прямокутні координати точок 1 та 2 на топографічній карті мають такі значення: $X_1 = 6074200$, $Y_1 = 4318200$; $X_2 = 6074720$, $Y_2 = 4317900$. Визначте відстань від точки 1 до точки 2, а також числовий масштаб карти, якщо ця відстань на ній відповідала 2 см. Який азимут дійсний, азимут магнітний та румб з точки 1 на точку 2, якщо зближення меридіанів західне 2° , а магнітне схилення західне 4° ?

2.3.15.* Відомі прямокутні координати точок 1 та 2 на топографічній карті мають такі значення: $X_1 = 6074800$; $Y_1 = 4318900$; $X_2 = 6077800$. Відстань від точки 1 до точки 2 становить на карті масштабу 1:25000 20 см. Визначте координату Y_2 азимут дійсний, азимут магнітний та румб з точки 2 на точку 1, якщо зближення меридіанів західне 2° , магнітне схилення східне 6° , а дирекційний кут з точки 1 на точку 2 більший 270° .

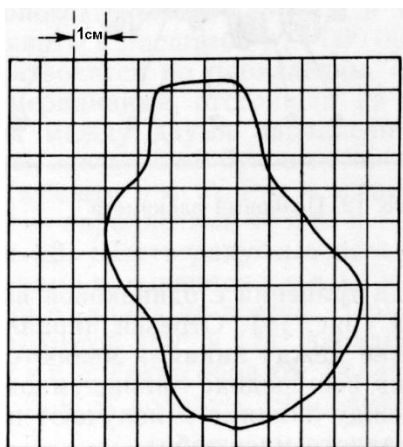
5. ВИЗНАЧЕННЯ ПЛОЩ ДІЛЯНОК НА ТОПОГРАФІЧНИХ КАРТАХ

При визначення площ ділянок на топографічних картах насамперед слід мати на увазі, що *масштаб площ дорівнює квадрату лінійного масштабу*. Якщо сторони прямокутника на карті зменшені в n раз, то площа цієї фігури зменшиться в n^2 разів. Так, для карт масштабу 1:10000 (1 см – 100 м) масштаб площ буде дорівнює $(1:10000)^2$ чи в $1 \text{ см}^2 - (100 \text{ м})^2$, тобто в $1 \text{ см}^2 - 10000 \text{ м}^2$ або 100 ар чи 1 га.

Для визначення площ ділянок місцевості за допомогою карт застосовують *графічні* та *інструментальні способи*. Застосування того чи іншого способу вимірів диктується формою вимірюваної ділянки, вимогами до точності результатів вимірювань, наявністю необхідних приладів.

Для вимірювань площ ділянок з прямолінійними межами можна використати **геометричний спосіб**. Спочатку відображення ділянки на карті розділяють на прості геометричні фігури, вимірюють площі кожної з них за формулами для визначення площ кожної конкретної фігури. Підсумовуючи отримані площі, обчислені з урахуванням масштабу карти, одержують загальну площу об'єкта.

Однак частіше доводиться визначати площі ділянок, що мають складну неправильну конфігурацію. У цьому випадку потрібно використовувати інструментальні способи визначення площ. Найпростішим серед таких інструментів є **сіткова палетка**. Вона являє собою прозору пластинку (із пластику, органічного скла, кальки) з награвірованою чи накресленою сіткою квадратів (найчастіше із стороною квадрата 1 см). Палетку накладають на вимірюваний контур і по ній підраховують кількість повних клітинок і окремо кількість неповних, що виявились усередині контуру. До суми повних додають півсуму неповних і встановлюють площу у квадратних сантиметрах. Отриманий результат множать на масштаб площ.



Мал 52. Накладання сіткової палетки на контур ділянки.

Про задачі

Задачі на визначення площ зустрічаються досить часто, хоч великою різноманітністю вони не відрізняються. Розв'язок їх передбачає здебільшого використання простих арифметичних дій та знання формул визначення площ різних геометричних фігур.

Задачі з розв'язком

Задача 1. Площу контуру лісу на топографічній карті масштабу 1: 25000 встановлювали за допомогою палетки. Яка реальна площа цієї ділянки лісу на місцевості, якщо під час підрахунку було встановлено 12 повних клітинок і 18 неповних?

Розв'язок

1) $12 + 18 = 30$ – кількість клітинок; $30 \cdot 1 \text{ см}^2 = 30 \text{ см}^2$ – площа ділянки на карті;

2) = – іменований масштаб;

3) $1 \text{ см}^2 = 250 \text{ м} * 250 \text{ м} = 62500 \text{ м}^2$ – масштаб площ для даної карти.

4) $21 \text{ см}^2 * 62500 \text{ м}^2 = 1312500 \text{ м}^2 = 13125 \text{ ар} = 131,25 \text{ га}$.

Відповідь: площа ділянки лісу відображеної на карті на місцевості займає 131,25 га.

Задача 2. На топографічній карті масштабу 1:10000 сад прямокутної форми мав довжину 12 см, а ширину 6,5 см. Пізніше сад розширили, збільшивши довжину його на 200 м, а ширину у два рази. Якою стала площа саду?

Розв'язок

1) = – іменований масштаб;

2) $12 \text{ см} * 100 \text{ м/см} = 1200 \text{ м}$ – первинна довжина саду на місцевості;

3) $6,5 \text{ см} * 100 \text{ м/см} = 650 \text{ м}$ – первинна ширина саду на місцевості;

4) $1200 \text{ м} + 200 \text{ м} = 1400 \text{ м}$ – довжина саду на місцевості після розширення;

5) $650 \text{ м} * 2 = 1300 \text{ м}$ – ширина саду на місцевості після розширення;

6) $1400 \text{ м} * 1300 \text{ м} = 1820000 \text{ м}^2 = 18200 \text{ ар} = 182 \text{ га}$.

Відповідь: площа ділянки саду після розширення становить 182 га.

Задачі для розв'язку

2.4.1. При обчисленні площі контуру лісу на топографічній карті за допомогою палетки було встановлено 8 повних клітинок і 14 неповних. Який числовий масштаб карти, якщо реальна площа цієї ділянки лісу становила 375 га?

2.4.2. Визначте числовий масштаб топографічної карти, якщо ліс площею 56,25 га зобразився на ньому квадратом, сторона якого має 3 см.

2.4.3. На топографічній карті виноградник має форму прямокутної трапеції з основами 8 см і 4 см. Який числовий масштаб карти, якщо реальна площа виноградника на місцевості 30 га, а відстань вздовж бічної сторони трапеції перпендикулярної до основи 500 см?

2.4.4. На топографічній карті сад мав прямокутну форму. Після розширення площі на 25% сад став квадратної форми площею 100 см² на карті. Який масштаб карти якщо площа саду після розширення склала 100 га? На скільки зросла довжина саду, якщо ширина була до розширення 840 м?

5. ОРІЄНТУВАННЯ НА МІСЦЕВОСТІ, ОЦІНКА МАРШРУТУ

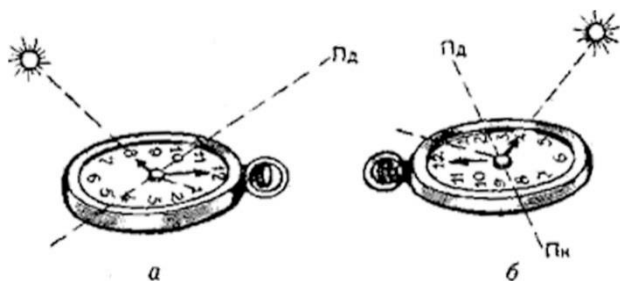
Якщо на топографічних картах визначають тільки дирекційні кути, а тоді, вводячи поправки, розраховують величини географічного та магнітного азимутів чи румбів, то орієнтуючись компасом на місцевості, встановлюють

величину азимута магнітного. Оскільки для орієнтування найбільше використовують компас, то і основним кутом для встановлення напрямків на предмети, прокладання маршрутів служить азимут магнітний.

Однак на місцевості в силу певних обставин доводиться для орієнтування використовувати не тільки компас, а отже не тільки азимут магнітний. Так, північний напрямок географічного меридіана, що йде по поверхні земної кулі від Північного до Південного полюса, показує **полуденна лінія**. Її напрямок можна точно встановити опівдні за місцевим часом, коли Сонце знаходиться у південній стороні небосхилу (для мешканців нашої країни це справедливо завжди), тінь від предметів падає строго на північ.

Однак ясного дня не обов'язково чекати полудня, щоб визначити напрямок полуденної лінії. Менш точно це можна зробити у будь яку годину світлового дня при наявності годинника із стрілками. Щоб відшукати напрям меридіана (полуденну лінію), необхідно, тримаючи годинник горизонтально, повернути його так, щоб годинна стрілка вказувала на Сонце. *Бісектриса кута між годинною стрілкою і напрямом на цифру «12» на циферблаті годинника покаже напрям на південь*. Цей спосіб дає найкращі результати взимку, а

влітку, коли Сонце піднімається високо над горизонтом, результати менш точні. До того ж у період, коли діє «літній час», то для знаходження південного напрямку треба ділити пополам кут між годинною стрілкою і першою годиною дня.



Мал. 53. Визначення південного напрямку за допомогою годинника

Уночі можна орієнтуватися за Полярною зорею, що знаходиться завжди над північним полюсом. Знайти Полярну зорю на небі легко. Найзручніше спочатку відшукати на ньому сузір'я Великого Воза, що своєю формою нагадує ківш. Якщо уявною лінією сполучити дві крайні зорі ковша Великого Воза і умовно продовжити цю лінію вгору на п'ять таких самих віддалей, то вона досягне Полярної зорі, яка знаходиться у хвості сузір'я Малого Воза. *Напрямок на Полярну зорю завжди вказує на північ з точністю до 1°*.

При виході на незнайомий маршрут, після орієнтування на місцевості потрібно зорієнтувати карту, звірити її з місцевістю, визначити на ній точку свого стояння. **Зорієнтувати карту** — це означає розмістити її так, щоб напрями бокових рамок аркуша були спрямовані на північ, тобто збіглися з напрямом географічного меридіана. Тоді всі напрями й лінійні об'єкти на карті (дороги, лінії електропередачі, річки тощо) на карті будуть паралельними відповідним напрямам і об'єктам на місцевості.

Найлегше карту можна *зорієнтувати за лініями місцевості* та добре помітними на місцевості орієнтирами, які позначені на карті. Під час орієнтування карти, наприклад за дорогою, треба стати на дорозі й *визначити місце (точку) свого стояння*. Для цього, тримаючи карту горизонтально, повертаємо її так, щоб умовний знак дороги на карті (лінія дороги) збігся з напрямом на місцевості, а зображення двох орієнтирів на карті знаходилось, як і вони самі, зліва і справа від дороги.

Щоб зорієнтувати карту *за компасом*, треба *прикласти його до східної або західної вертикальної лінії внутрішньої рамки карти, тобто до географічного (дійсного) меридіана*. При цьому діаметр лімба компаса з поділками 0—180° або Пн—Пд потрібно точно сумістити з лінією дійсного меридіана. Потім, *не змінюючи положення компаса, повертаємо карту так щоб проти північного кінця магнітної стрілки встановилась позначка 0°*. Якщо потрібно дуже точно зорієнтувати карту і на ній є схема кутів напрямків, то можна увести поправку на магнітне схилення (*встановити поділку лімба так, щоб вона відповідала величині поправки напрямку*).

Точку стояння на карті визначають *за місцевими предметами і характерними деталями форм рельєфу*. Особливо легко це зробити тоді, коли спостерігач знаходиться біля точкового орієнтира (геодезичного знака, окремого дерева, криниці чи джерела тощо). Тоді карту зіставляємо з місцевістю і знаходимо на ній зображення даного об'єкта.

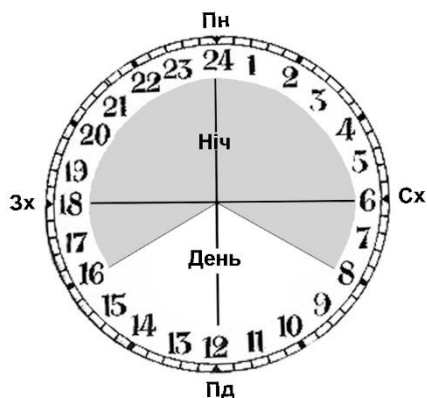
Зорієнтувавши карту, і визначивши точку свого стояння, наступним кроком намічають маршрут руху на карті. Якщо видимість добра, *намічають на лінії руху помітний орієнтир і рухаються у його напрямі*. Якщо видимість погана і у напрямі руху орієнтира немає, то доводиться рухатись за азимутом за допомогою компаса. Під час руху *треба використовувати найменшу можливість для зіставлення карти з місцевістю*.

За топографічною картою можна спланувати не тільки напрямки руху і відстані, але і оцінити характер рельєфу, а отже складність його проходження (перепади висот, крутість схилів, можливу видимість з різних точок маршруту).

Про задачі

Щодо орієнтування на місцевості, то особливо цікавими є задачі на встановлення азимуту сходу чи заходу сонця. Їх, як і південний напрямок о 12 год за місцевим часом, можна визначати точно. Оскільки 24 година за місцевим часом ділить тривалість ночі на дві рівні частини, то розділивши цей час на 2 ми отримаємо місцевий час сходу сонця. Беручи до уваги те, що Земля повертається на 1 градус за 4 хвилини, то можна визначати азимут дійсний сходу сонця.

Задачі на проходження маршруту можуть включати всі основні елементи його проходження, в першу чергу орієнтування за напрямками та відстані.



Задачі з розв'язком

Задача 1. В одному з міст України тривалість дня 8 годин. За яким азимутом зійшло сонце цього дня?

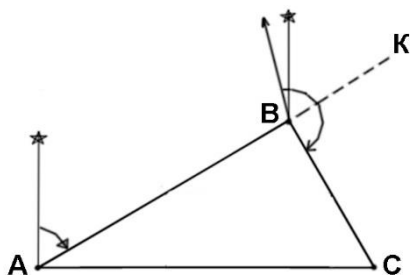
Розв'язок

- 1) $24 \text{ год} - 8 \text{ год} = 16 \text{ год}$ – тривалість ночі;
- 2) $16 \text{ год} : 2 = 8 \text{ год}$ – місцевий час сходу сонця;
- 3) $8 * 60 \text{ хв.} : 4 \text{ хв./град.} = 120^\circ$.

Відповідь: сонце зійде за азимутом 120° .

Мал. 54. Розподіл дня і ночі впродовж доби, коли день має тривалість 8 год.

Задача 2. Яка довжина всього маршруту, якщо учні з точки А пройшли в точку В 4 км за азимутом дійсним 72° , а потім 3 км за азимутом магнітним 165° в точку С і знову повернулись в точку А? Магнітне схилення західне величиною 3° .



Розв'язок

- 1) $\angle_{\partial BC} = 165^\circ - 3^\circ = 162^\circ$,
- 2) $\angle KBC = 162^\circ - 72^\circ = 90^\circ$, а отже і $\angle ABC = 90^\circ$ (мал. 55);
- 3) За теоремою Піфагора $AC = \sqrt{AB^2 - BC^2} = \sqrt{16 + 9} = 5 \text{ км}$
- 4) $4 \text{ км} + 3 \text{ км} + 5 \text{ км} = 12 \text{ км}$.

Відповідь: довжина маршруту 12 км.

Мал. 55. Схема маршруту.

Задачі для розв'язку

2.5.1. На одній з паралелей 60-х широт північної півкулі у літній період тривалість дня становила 23 години. За яким румбом зійшло сонце цього дня на цій паралелі?

2.5.2. На одній з паралелей 60-х широт північної півкулі у зимовий період сонце зійшло о 10 год. 24 хв. за місцевим часом. За яким румбом зайшло сонце цього дня на цій паралелі?

2.5.3. На одній з паралелей 60-х широт північної півкулі у зимовий період тривалість дня становила 3 години. За яким румбом зайшло сонце цього дня на цій паралелі?

2.5.4. На одній з паралелей 60-х широт північної півкулі у зимовий період сонце зайшло о 14 год. 32 хв. за місцевим часом. За яким румбом зійшло сонце цього дня на цій паралелі?

2.5.5. Яка довжина всього маршруту, якщо учні з точки А пройшли в точку В 9 км за азимутом дійсним 168° , а потім 12 км за азимутом магнітним 253° в точку С і знову повернулись в точку А? Магнітне схилення східне величиною 5° .

2.5.6*. Учні пройшли з точки А в точку В 6 км за азимутом магнітним 222° , а потім 3 км за азимутом дійсним 106° в точку С і знову повернулись в точку А. Магнітне схилення східне величиною 4° . Яка довжина і азимут дійсний відтинку маршруту з точки С у точку А?

Розділ 3. ПРИРОДНІ ОБОЛОНКИ ЗЕМЛІ

1. ЛІТОСФЕРА

У будові Землі виділяють три основні шари: земну кору, мантію і ядро.

Верхню тверду оболонку Землі називають **земною корою**. Її середня потужність становить близько 20 км, на рівнинах суходолу – до 35 км, у гірських країнах – 50–75 км, 5–10 км у межах океанічних і морських западин. Природні речовини, якими утворена земна кора, називають **гірськими породами**.

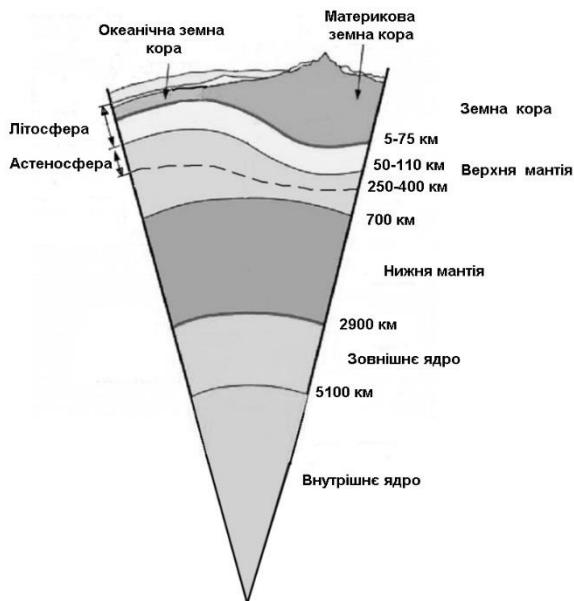
З глибиною у надрах Землі зростає тиск і температура, що у центральній частині планети, за розрахунками вчених, становить близько 5000°C. Тому стан речовин, які утворюють Землю, на різних глибинах має значні відмінності. Беручи їх до уваги, у внутрішній частині планети виділяють окремі шари, основні з яких **мантія і ядро**.

Мантія поширюється до глибини 2900 км. У її верхній частині є шар, в якому породи знаходяться у пластичному розрідженому стані. Його називають **астеносферою**. Верхня межа цього шару знаходиться на глибині 50 км під океанами і до 110 км під материками, а нижня на глибинах 250–400 км. Над астеносферою є **твердий надастеносферний шар мантії**, який разом із земною корою утворює оболонку Землі,

яку називають **літосферою**. Вони жорстко пов'язані одна з одною і виступають як єдине ціле.

Ядро знаходиться на глибинах нижчих 2900 км, тобто радіус ядра становить 3470 км, або більше половини радіуса Землі. На основі даних сейсмології припускають, що внутрішня частина ядра – тверда, а у зовнішній його частині речовини знаходяться в розплавленому рухливому стані. Саме тут через обертання планети виникають електричні струми, які й створюють магнітне поле Землі.

Мал. 56. Сучасні уявлення про



внутрішню будову Землі

У результаті взаємодії **внутрішніх (ендогенних)** і **зовнішніх (екзогенних)** геологічних процесів сформувався на поверхні земної кори **сучасний рельєф** – сукупність форм земної поверхні різного масштабу. Під дією ендогенних

процесів сформувались найбільші (**планетарні**) форми земної поверхні – **материки і западини океанів**, а також **гірські країни і материкові рівнини**.

Більшу частину поверхні Землі займає Світовий океан (361,1 млн. км², чи 70,8%), суша складає 149,1 млн. км² (29,2%) і утворює шість великих масивів - материків: Євразію, Африку, Північну Америку, Південну Америку, Антарктиду й Австралію, а також численні острови. **Рівнини** – ділянки суходолу з малими коливаннями висот та однорідним, переважно, горизонтальним заляганням гірських порід. Рівнини займають 57% площі суходолу, а відповідно – 43% гори.

Про задачі

Задачі стосуються певних кількісних характеристик внутрішньої будови Землі та розподілу площ поверхні Земної кулі. Вони передбачають виконання простих математичних дій. Їх розв'язування дає можливість повторити і більш чітко усвідомити певні кількісні співвідношення, які стосуються літосфери та інших внутрішніх шарів Землі.

Задачі з розв'язком

Задача 1. Маса земної кори планети становить $28 \cdot 10^{18}$ т. Яку частку вона становить від усієї маси планети, яка становить $5976 \cdot 10^{18}$ т?

Розв'язок

Відповідь: маса земної кори становить 0,47% від маси планети.

Задача 2. Суша складає 149,1 млн. км² або 29,2% від площі земної поверхні. Площа найбільшого материка – Євразії становить 53,45 млн км². Яку частку займає Євразія від площі суходолу та від площі поверхні Земної кулі в цілому?

Розв'язок

1) $149,1 \text{ млн. км}^2 : 29,2\% = S \text{ з.к.} : 100\%$

2)

3)

Відповідь: Євразія від площі всього суходолу займає 10,47%.

Задачі для розв'язку

3.1.1. Маса шару мантиї становить $4013 \cdot 10^{18}$ т. Яку частку вона становить від усієї маси планети, яка становить $5976 \cdot 10^{18}$ т?

3.1.2. Маса земної кори планети становить $28 \cdot 10^{18}$ т, а об'єм $10,2 \cdot 10^{18}$ м³. У скільки разів середня густина гірських порід земної кори відрізняється від густини

ядра, яке має об'єм $175,2 \cdot 10^{18} \text{ м}^3$, а маса його становить 32,3% від усієї маси Землі ($5976 \cdot 10^{18} \text{ т}$)?

3.1.3. Маса земної кори планети становить $28 \cdot 10^{18} \text{ т}$, а . Яку масу мають у ній кожен із чотирьох найбільш поширених у земній корі хімічних елементів, якщо частка їх у масі становить: кисню – 46%, кремнію – 28%, алюмінію – 8%, заліза – 6%?

3.1.4. Маса земної кори планети становить $28 \cdot 10^{18} \text{ т}$, а усієї планети – $5976 \cdot 10^{18} \text{ т}$. Яку частка від усієї маси кисню планети міститься у земній корі, якщо частка цього хімічного елементу у земній корі 46%, а у масі Землі в цілому 30%?

3.1.5. Маса земної кори планети становить $28 \cdot 10^{18} \text{ т}$, а усієї планети – $5976 \cdot 10^{18} \text{ т}$. Яку частка від усієї маси заліза планети міститься у земній корі, якщо частка цього хімічного елементу у земній корі 6%, а у масі Землі в цілому 35%?

3.1.6. Маса кисню, який входить до складу речовини планети становить $1792,8 \cdot 10^{18} \text{ т}$, а усієї планети – $5976 \cdot 10^{18} \text{ т}$. Яку частку від усієї маси планети становить магній, якщо його частка на 2% менша від кремнію, а маса кремнію у надрах Землі в цілому у два рази менше, ніж кисню?

3.1.7. Яка температура гірських порід у шахті глибиною 1270 м, якщо температура верхнього шару гірських порід становила $+16^\circ\text{C}$, а на кожні 100 м глибини вона зростає на 3°C .

3.1.8. Температура у центральній частині ядра становить 4700°C , а у прилеглому до нього шарі мантиї – 3500°C . На скільки змінюється температура у ядрі Землі на кожні 100 м глибини, якщо діаметр ядра 6940 км.

3.1.9. Площі надводної частини материків, які мають найбільшу площу шельфу і площі їх шельфу подано у таблиці. Визначте частку у відсотках, яку становить шельф від площі материків із шельфом.

Назва материка	Площа суходолу, млн. км ²	Площа суходолу, млн. км ²
Євразія	53,45	9,38
Північна Америка	24,25	6,78
Австралія	7,60	2,70

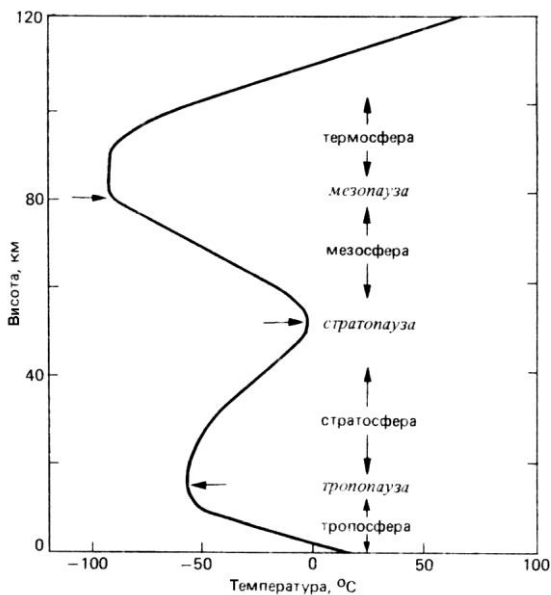
3.1.10. Площі надводної частини материка Південна Америка становить 12,26% від усієї площі суші (149,1 млн. км²). Площа шельфу материка становить 2,43 млн км². Визначте частку у відсотках, яку становить шельф від площі материка із шельфом.

3.1.11. Площа височини, яка обмежена ізогіпсою 200 м над рівнем моря становить 2,8 тис км². Площа висот понад 300 м у межах височини становить 15% від площі височини. Яка середня висота височини, якщо її найвища точка має висоту 342 м, а висот менше 200 м у її межах немає?

2. АТМОСФЕРА

Атмосфера – це повітряна оболонка, яка оточує земну кулю і пов’язана з нею силою тяжіння. Вона бере участь у добовому обертанні і річному русі Землі. Повітря атмосфери – суміш газів, у якому знаходяться в завислому стані рідкі (краплинки води) і тверді частинки (дим, пил). Газовий склад атмосфери незмінний до висоти 100–110 км, що зумовлюється рівновагою в природі. Об’ємні частки газів становлять: азоту (78%), кисню (21%), інертних газів – аргону, ксенону, криптону (0,9%), вуглекислого газу (0,03%). Крім того, в атмосфері завжди є водяна пара.

Верхню межу атмосфери умовно проводять на висоті близько 1000 км, хоча вона простежується набагато вище – до 20 000 км, але там вона дуже розріджена. Вже на висоті близько 3000 км густина повітря наближається до густини речовини в міжпланетному просторі, який теж не є абсолютною порожнечою.



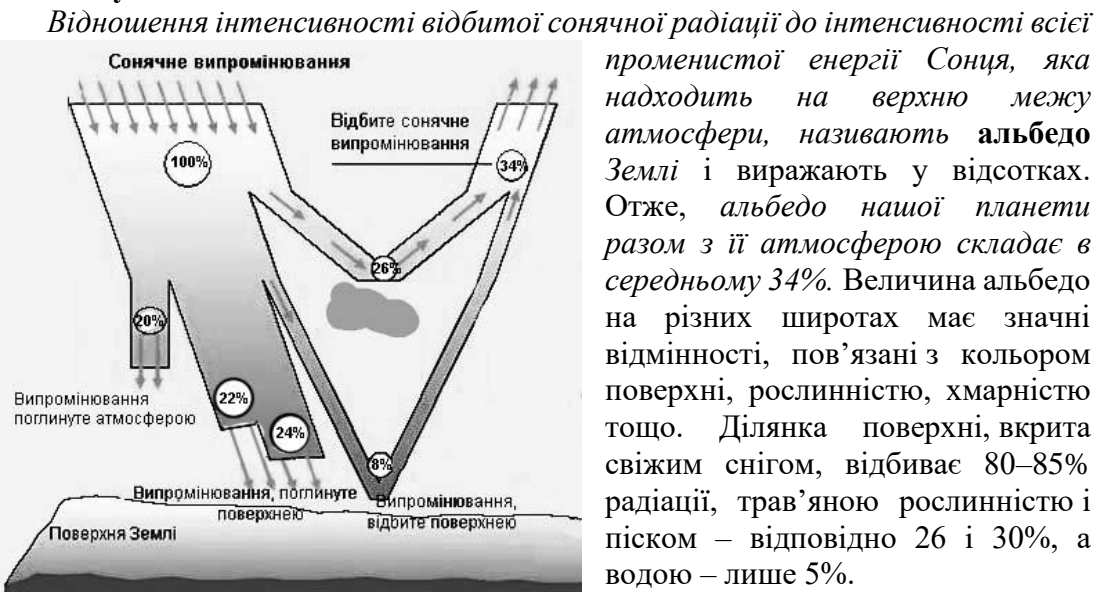
Тропосфера – найнижчий і найщільніший шар атмосфери. Його верхню межу проводять на висоті 18 км над екватором та 8-12 км — над полюсами. Температура в ній до тропопаузи знижується в середньому на 0,6° на кожні 100 м. Для неї характерні значні горизонтальні відмінності у розподілі температури, тиску, швидкості вітру, а також утворення хмар і опадів. У тропосфері відбувається інтенсивний вертикальний рух повітря – **конвекція**. Саме у цьому нижньому шарі атмосфери в основному формується погода.

Мал. 57. Зміна температури у різних шарах атмосфери

Сонце випромінює величезну кількість енергії у всіх напрямках. Лиш маленьку частку її отримує Земля. Вона в 2,2 мільярди разів менша від загальної кількості енергії, яку випромінює Сонце. Однак за добу поверхня земної кулі дістає від нього більше тепла, ніж його могло б дати все паливо, використане людством за 1000 років при теперішній річній витраті.

Сукупність прямої і розсіяної радіації, що надходить на горизонтальну поверхню, називається **сумарною сонячною радіацією**. Атмосфера поглинає близько **20%** сонячної радіації, що надходить на її верхню межу.

Ще 34% її (відбита радіація) відбивається від поверхні Землі і атмосфери. Решту 46% радіації поглинає земна поверхня. Таку радіацію називають поглинутою.



променистої енергії Сонця, яка надходить на верхню межу атмосфери, називають **альбедо** Землі і виражають у відсотках. Отже, альбедо нашої планети разом з її атмосферою складає в середньому 34%. Величина альбедо на різних широтах має значні відмінності, пов'язані з кольором поверхні, рослинністю, хмарністю тощо. Ділянка поверхні, вкрита свіжим снігом, відбиває 80–85% радіації, трав'яною рослинністю і піском – відповідно 26 і 30%, а водою – лише 5%.

Мал. 58. Розподіл сонячного

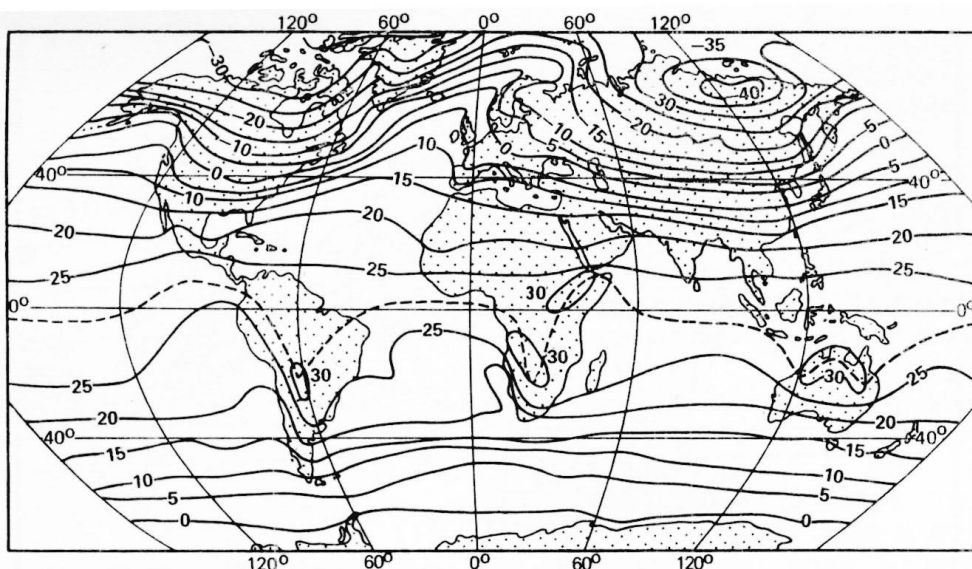
випромінювання

Кількість отримуваної окремими ділянками Землі сонячної енергії залежить, насамперед, від кута падіння сонячних променів. Чим кут падіння їх ближчий до прямого (чим більша висота Сонця над горизонтом), тим більша кількість сонячної енергії потрапляє на одиницю площі.

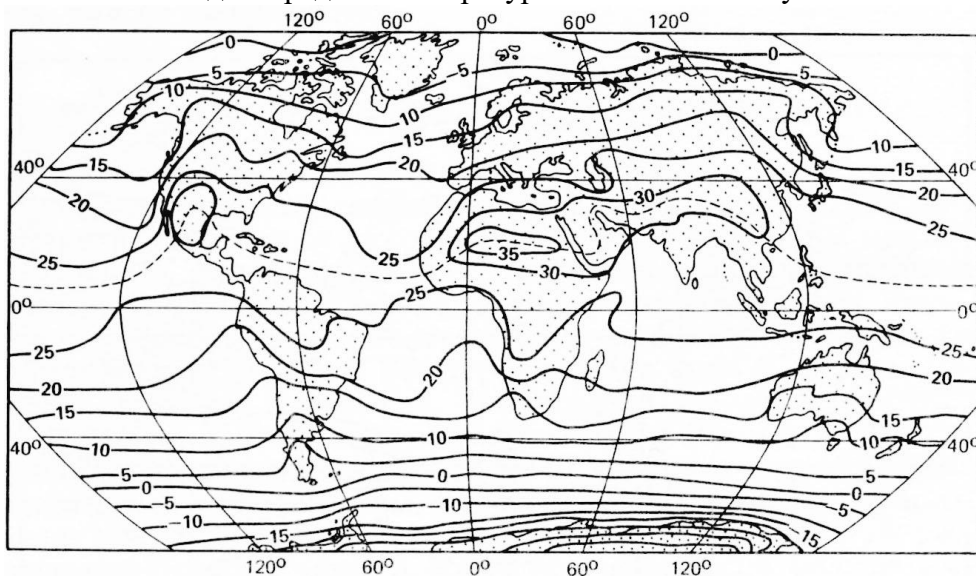
Сумарна радіація зменшується від екваторіально-тропічних широт до полюсів. Вона максимальна – близько 850 Дж/м^2 за рік (200 ккал/см^2 за рік) – у тропічних пустелях, де пряма сонячна радіація через велику висоту Сонця і безхмарне небо найінтенсивніша. У літнє півріччя відмінності у надходженні сумарної сонячної радіації між низькими і високими широтами згладжуються. Це відбувається за рахунок більшої тривалості освітлення Сонцем, особливо у полярних районах, де полярний день триває навіть півроку.

Хоч сумарна сонячна радіація, що надходить на земну поверхню, частково відбивається нею, однак велика її частина поглинається землею поверхнею і перетворюється в тепло. Частина сумарної радіації, що залишається після витрати її на відбивання і на теплове випромінювання земної поверхні, називається **радіаційним балансом (залишковою радіацією)**. У цілому за рік усюди на Землі він позитивний, за винятком високих крижаних пустель Антарктиди і Гренландії. Радіаційний баланс закономірно зменшується від екватора до полюсів, де він близький до нуля. Від екватора до субтропіків радіаційний баланс протягом усього року додатний, але, починаючи з помірних широт, улітку має позитивні значення, а взимку – негативні.

Відповідно і температура повітря розподіляється також зонально, тобто зменшується від екватора до полюсів. Температура повітря залежить також від висоти місцевості над рівнем моря: *чим вища місцевість, тим температура нижча*.



Мал. 59. Розподіл середніх температур січня на Земній кулі.



Мал. 60. Розподіл середніх температур липня на Земній кулі.

Для визначення температури повітря використовують термометри. Її вимірюють 3—6 разів на добу і виводять середню за добу. За середньодобовими температурами розраховують середньомісячні. Саме їх, як правило, показують на кліматичних картах **ізотермами** (лініями, які сполучають точки з однаковою температурою за певний проміжок часу). Для характеристики

температур найчастіше беруть середньомісячні січніві та липневі, рідше річні показники.

Найвищі температури повітря на Землі за увесь період спостережень людиною зафіксовані в тропічних пустелях (на півночі Африки, біля Тріполі, зареєстрована температура $+58,1^{\circ}\text{C}$). Найнижчі температури приземного шару повітря ($-89,2^{\circ}\text{C}$) відзначені в Антарктиді, а в північній півкулі – у Східному Сибіру в селищі Ойм'якон (-71°C).

Повітря, що оточує Землю, має масу, а тому спричиняє тиск на земну поверхню. 1 л повітря на рівні моря важить 1,333 г. Отже, на кожний квадратний сантиметр земної поверхні атмосфера тисне із силою 1,333 кг. Цей середній тиск повітря на рівні моря відповідає вазі ртутного стовпчика заввишки 760 мм з перетином 1 cm^2 . Його приймають за **нормальний**. Зараз тиск повітря частіше вимірюють також у гектопаскалях (гПа). 1 мм рт. ст. тиску становить 1,333 гПа. Отже, щоб перевести міліметри у гектопаскалі, треба міліметри тиску помножити на 1,333. Нормальний тиск повітря у гектопаскалях становить 1013 гПа.

Величина тиску змінюється залежно від температури повітря і висоти над рівнем моря. Оскільки при нагріванні повітря розширюється, а при охолодженні стискується, то тепле повітря легше (спричиняє менший тиск), ніж холодне. З підняттям угору повітря тиск зменшується в основному через те, що менша висота стовпчика його припадає на одиницю площі. Тому у високих горах тиск значно менший, ніж на рівні моря. *Вертикальний відрізок, через який атмосферний тиск зменшується на одиницю, називається **баричним ступенем**.* У нижніх шарах атмосфери біля поверхні тиск зменшується приблизно на 10 мм на кожні 100 м підняття.

Вода, що входить до складу повітря, знаходиться в ньому в газоподібному (водяна пара), рідкому і твердому станах. Вона попадає в повітря за рахунок випаровування з поверхні океанів, водойм та поверхні суходолу, а також унаслідок транспірації рослин.

Випаровування тим більше, чим вища температура, а також, якщо сильніший вітер. Випарувана водяна пара розподіляється поміж молекулами газів і стає невидимою у повітрі. *Величину вмісту водяної пари в повітрі називають **вологістю повітря**.* Вона характеризується рядом показників. Перш за все, це **абсолютна вологість повітря** – кількість водяної пари в грамах, що міститься в 1 m^3 повітря. Чим вища температура повітря, тим більше вологи воно може в собі містити у вигляді пари, тобто тим більша може бути абсолютна вологість. Однак при кожній з температур є своя найбільша кількість водяної пари, що може міститися в 1 m^3 повітря – **максимальна вологість повітря**. Наприклад, при температурі 0° вона становить близько 5 г, 10° – 9,4 г, 20° – 17,3 г, 30° – 30,4 г.

Оскільки фактичний вміст водяної пари в повітрі залежить від температури повітря і наявності води на підстилючій поверхні, то абсолютна

вологість може бути різною при однакових температурах. Так, океанічне повітря майже завжди вологіше від континентального. Щоб оцінити насиченість вологою повітря використовують показник **відносної вологості** – відношення фактичної абсолютної вологості до максимальної, виражене у відсотках. Наприклад, у 1 м³ повітря міститься при температурі 30° 10 г водяної пари (фактична абсолютна вологість), а могло б вміститися 30,4 г. При цьому відносна вологість повітря дорівнює: $10 \text{ г} : 30,4 \text{ г} * 100 \% = 32,9 \%$. Це означає, що ще 67,1% вологи не вистачає до повного насичення повітря при цій температурі.

Якщо абсолютна вологість не змінюється, а температура повітря знижується, то відносна вологість його зростає, наближаючись до стану насичення. Температура, при якій його відносна вологість стає рівною 100%, називається **точкою роси**. Волога, яка не може існувати у вигляді водяної пари при подальшому охолодженні повітря, перетворюється у видимі краплинки води. Біля поверхні вони утворюють **туман**, на предметах – **росу**, а у верхніх шарах атмосфери – **хмари** (скупчення завислих в атмосфері продуктів конденсації водяної пари: краплинок води при температурі, вищій 0° і кристалів льоду).

Хмарність вимірюють у балах за 10-бальною шкалою. Наприклад, 0 балів – небо ясне, 3 бали – 30% небосхилу покрито хмарами, 10 балів – усе небо закрите хмарами.

Кількість опадів вимірюється товщиною шару води в міліметрах, який міг би утворитися внаслідок їхнього випадання на горизонтальну поверхню при відсутності випаровування і просочування в ґрунт. Для вимірювання кількості опадів користуються **дощоміром** (металевий циліндр висотою 40 см і площею поперечного перерізу 500 см² із вставленою діафрагмою для запобігання від випаровування). **Опадомір** відрізняється від дощоміра спеціальним захистом. Тверді опади (сніг, град, крупа) попередньо розтоплюють. Кількість води, що попала в дощомір, вимірюють за допомогою скляної циліндричної посудини, площа дна якої в 10 разів менша від площі дна дощоміра. Отже, коли шар води, зливої з дощоміра, на дні циліндра дорівнює 20 мм, то це означає, що на поверхню Землі випав шар води заввишки 2 мм.

Усі вимірювання кількості опадів підсумовують за кожний місяць і виводять місячну, а потім і річну кількість опадів. Чим триваліший ряд спостережень, тим точніше можна розрахувати середньомісячну і, відповідно, середньорічну норми опадів для даного місця спостережень. *Лінії на карті, що з'єднують точки з однаковою кількістю опадів у міліметрах за визначений період часу (наприклад, за рік), називаються **ізогієтами**.*

В **екваторіальному поясі** випадає найбільша кількість опадів – 1000–2000 мм і більше, оскільки там увесь рік високі температури, велике випаровування і переважають висхідні потоки повітря. У **тропічних широтах** кількість опадів зменшується до 300–500 мм, а у внутрішніх пустельних областях материків – їх менше 100 мм. Причиною цього є панування тут високого тиску і низхідними

потоками повітря, що при цьому нагріваються і віддаляються від стану насичення. Тут тільки на східних узбережжях материків, які омиваються теплими течіями, спостерігаються значні опади, особливо влітку.

У помірних широтах кількість опадів знову збільшується до 500–1000 м. Найбільше їх випадає на західних узбережжях материків, оскільки там впродовж року переважають західні вітри з боку океанів. Сприяють більшій кількості опадів тут також теплі течії (перед Кордильєрами, Альпами, Скандинавськими горами і т. д.), а у віддаленіших від океану районах – гірський рельєф. **У полярних районах** річна кількість опадів становить всього 100–200 мм, що зумовлено малим вмістом вологи в повітрі, незважаючи на велику хмарність.

Максимум середньорічної кількості опадів випадає у передгір'ях Гімалаїв (Північна Індія) у селищі *Черранунджі* – 12 660 мм/рік. Найбільша за період спостережень зареєстрована річна кількість опадів становила близько 23 000 мм (тобто 23 м). Друге за вологістю місце на Землі – *Гавайські острови* (до 12500 мм/рік). Мінімальна кількість опадів – у тропічних пустелях: у *Сахарі* (Асуан) – 1 мм/рік.

Однак кількість опадів, що випадають, ще не визначає умов зволоження. Характер зволоження виражають **коефіцієнтом зволоження** – відношенням кількості опадів до випаровуваності за той самий період. Тобто, $K = O/B$, де O — річна кількість опадів, B — величина випаровуваності, K — коефіцієнт зволоження. Якщо $K=1$, то зволоження **достатнє**, $K > 1$ – **надмірне**, $K < 1$ — **недостатнє**, а $K < 0,3$ – **бідне**. Коефіцієнт зволоження визначає тип природно-рослинних зон: при **надлишковому і достатньому зволоженні і достатній кількості тепла виростають ліси**; **недостатнє, близьке до одиниці зволоження характерне для лісостепу, саван**; **дещо більше від 0,3 – лучних і сухих степів**; **бідне – для напівпустель і пустель**.

Про задачі

Задачі з теми базуються на використанні даних про складові радіаційного балансу Землі в цілому та конкретних територій, температурних показників, які можна взяти з будь-якої кліматичної карти, даних про атмосферний тиск, відносну вологість, кількість опадів. З математичної точки зору вони здебільшого не є складними і базуються на вмінні визначати відсоткові частки величин, знаходити абсолютні значення тих чи інших кількісних характеристик явищ.

Однак розв'язування цих задач дозволяє звернути увагу на певні кількісні величини явищ, які тут є достовірними, оскільки взяті із надійних наукових джерел. До того ж ці задачі можна доповнити завданнями прокоментувати отримані результати і зробити висновки про просторові особливості протікання природних процесів у атмосфері та географічній оболонці в цілому.

Задачі з розв'язком

Задача 1. Дані у таблиці стосуються таких міст Сімферополь, Херсон, Ужгород, Луганськ, Суми, Рівне. Величина річної сумарної сонячної радіації

для трьох з них становить 3825 МДж/м², 5000 МДж/м², 4600 МДж/м². Частка річного радіаційного балансу від сумарної сонячної радіації у місті Рівному становить 36,1%. У Херсоні річний радіаційний баланс(поданий у таблиці) на 2700 МДж/м² відрізняється від величина річної сумарної сонячної радіації. У Луганську річний радіаційний баланс такий як у Херсоні. У Сумах річний радіаційний баланс на 50 МДж/м² більший, ніж в Ужгороді. Заповніть всі клітинки таблиці і коротко проаналізуйте характерні особливості радіаційних величин у цих містах.

Міста	Річна сумарна сонячна радіація (МДж/м ²)	Річний радіаційний баланс (МДж/м ²)	Частка річного радіаційного балансу від сумарної сонячної радіації (%)
		1300	
	4050		
			43,1
	4300		
		1900	
		2150	

Розв'язок

$$1) \quad 1300 \text{ МДж/м}^2 : 36,1\% = I_{\text{Рівного}}(\text{сумарна сонячна радіація}) : 100\%$$

$$I =$$

$$2) \quad 3825 \text{ МДж/м}^2 : 100\% = R_{\text{Сум}} : 43,1\%;$$

$$R_{\text{Сум}} =$$

$$3) \quad 1650 \text{ МДж/м}^2 - 50 \text{ МДж/м}^2 = 1600 \text{ МДж/м}^2$$

Відповідь:

Міста	Річна сумарна сонячна радіація (МДж/м ²)	Річний радіаційний баланс (МДж/м ²)	Частка річного радіаційного балансу від сумарної сонячної радіації (%)
Рівне	3600	1300	36,1
Ужгород	4050	1600	39,5
Суми	3825	1650	43,1
Луганськ	4300	1900	44,2
Херсон	4600	1900	41,3
Сімфероп.	5000	2150	43,0

Задача 2. Амплітуда абсолютного мінімуму і максимуму температур у місті Чернівці становить 70°. Амплітуда середньомісячних температур січня і липня у 1,65 рази менша абсолютного максимуму. Число, яке відповідає кількості

градусів морозу, що відображають середню температуру січня Чернівців, у 7,6 разів менша абсолютного максимуму. Яка величина абсолютного мінімуму у місті Чернівці, якщо через місто проходить ізотерма $+18^{\circ}$.

Розв'язок

X – абсолютний мінімум;

$70^{\circ} - X$ – абсолютний максимум;

$70^{\circ} - X$

– амплітуда середньомісячних температур;

$70^{\circ} - X$

– кількість градусів морозу, що відповідає середній температурі січня;

$$532 - 7,6 X - 115,5 + 1,65 X = 225,72;$$

$$-5,95 X - 416,5 + 225,7;$$

$$-5,95 X = -190,8;$$

$$X = 32;$$

Відповідь: абсолютний мінімум становить у Чернівцях становить -32° .

Задача 3. Атмосферний тиск у місті А на узбережжі моря становив 740 мм. На вершині гори у цьому ж місті через годину тиск встановився на позначці 660 мм. Який атмосферний вихор зайшов на територію, якщо висота гори — 1200 м, а атмосферний тиск знижується в середньому на 10 мм через кожні 100 м висоти?

Розв'язок

1) $1200 \text{ м} * \quad = 120 \text{ мм}$ – різниця атмосферного тиску між рівнем моря і вершиною гори;

2) $660 \text{ мм} + 120 \text{ мм} = 780 \text{ мм}$ – атмосферний тиск, який між рівнем моря і вершиною гори;

Відповідь: на територію зайшов антициклон, оскільки тиск став підвищеним 780 мм.

Задача 4. Повітря з температурою $+20^{\circ}$ і абсолютною вологістю $9,4 \text{ г/м}^3$ опускається з висоти 1800 м до висоти 133 м. Визначте температуру його після опускання і обчисліть, як змінилася його відносна вологість.

Розв'язок

1) $1800 \text{ мм} - 133 \text{ мм} = 1667 \text{ мм}$ – різниця висот;

2) $1667 \text{ мм} * \quad = 10^{\circ}$ – різниця температур;

3) $20^{\circ} + 10^{\circ} = 30^{\circ}$;

4) $* 100\% = 54,3\%$ - відносна вологість на висоті 1800 м;

5) $* 100\% = 31,2\%$ - відносна вологість на висоті 133 м;

б) $54,3\% - 31,2\% = 23,1\%$.

Відповідь: температура стала після опускання повітря стала 30° , а відносна вологість знизилася на $23,1\%$.

Задача 5. Річна кількість опадів у місті А на 60% більша, ніж у місті Б, а величина випаровуваності на 120 мм. Коефіцієнт зволоження у місті В на $0,2$ більший, ніж у місті Б. Річна кількість опадів у місті В на 200 мм менша, ніж в місті А. Яка величина випаровуваності і річної кількості опадів у всіх містах, якщо у місті Б випаровуваність за рік становить 600 мм, що на 240 більше, ніж у місті В.

Розв'язок

Місто	Опади (мм)	Випаровуваність (мм)	Коефіцієнт зволоження
А	$X+0,6X$	$600+120=720$	
Б	X	600	$X/600$
В	$X+0,6X-200$	$600-240=360$	$(X+0,6X-200)/360$

$$(X+0,6X-200)/360 - X/600 = 0,2;$$

$$16x - 2000 - 6x = 720;$$

$$10x = 2720;$$

$$X = 272 \text{ мм.}$$

Відповідь: річна кількість опадів і випаровуваності у містах була такою:

Місто	Опади (мм)	Випаровуваність (мм)
А	$435,2$	720
Б	272	600
В	$235,2$	360

Задачі для розв'язку

3.2.1. Сонячна радіація поступає на верхню межу атмосфери у вигляді видимого випромінювання, ультрафіолетового та інфрачервоного (теплого). Яка частка видимого випромінювання, якщо вона більша від частки інфрачервоного на 3% від усієї величини сонячної радіації, а частка ультрафіолетового становить 7% ?

3.2.2. Як відомо на верхню межу атмосфери поступає у середньому за рік 10800 МДж/м² сонячної енергії. Якщо прийняти її за 100% то атмосфера поглинає 20% , а земна поверхня – 46% сонячної радіації (24% у вигляді прямої і 22% розсіяної). Яку середню величину сумарної сонячної радіації отримує земна поверхня за рік, якщо 26% всієї енергії відбиває атмосфера, а решту земна поверхня? Скільки відсотків від усієї сонячної радіації у сумарній припадає на розсіяну, якщо на відбиту пряму з неї припадає 7% .

3.2.3. Величина сумарної сонячної радіації за рік на узбережжі Гвінейської затоки на широті екватора становить 5500 мДж/м², а у межах Сахари 8500 мДж/м². У скільки разів більше поглинає та відбиває атмосфера на цими

територіями, якщо на її верхню межу поступає за рік однакова кількість енергії – 12000 МДж/м²?

3.2.4. Тривалість сонячного сяйва у липні у місті Конотопі досягає найбільших значень і становить у середньому 285 год. За квітень вона у двічі менша, ніж за липень і грудень, який характеризується найменшою тривалістю сонячного сяйвання (у 11,4 рази менша, ніж у липні). Яка тривалість сонячного сяйвання у Конотопі у квітні?

3.2.5. Величина річної сумарної сонячної радіації у Рівному 3600 МДж/м², а у Херсоні на 27,8% більшою, ніж у Рівному. Яка різниця між величиною поглинутої сонячної радіації у Херсоні і Рівному, якщо середньорічна величина альbedo земної поверхні у Рівному становить 23%, а у Херсоні – 17%?

3.2.6. Величина річної сумарної сонячної радіації для Коростеня становить 3850 МДж/м², а у Євпаторії у 1,34 рази більше. За липень величина її становить у Євпаторії приблизно 14,73% від річної, а за січень 23,7% від липневої. У скільки разів відрізняється величини липневих і січневих значень сумарної сонячної радіації для Євпаторії та Коростеня, якщо січнева для цього міста становить 140 МДж/м², а липнева на 210 МДж/м² менше, ніж для Євпаторії?

3.2.7. Визначте альbedo земної поверхні та річну величину поглинутої нею радіації, якщо величина сумарної сонячної радіації за рік 4200 МДж/м², а відбитої — 882 МДж/м².

3.2.8. Величина річної сумарної сонячної радіації для Чернігова становить 3920 МДж/м², а для Миколаєва приблизно на 15,8% більше. Радіаційний баланс для Чернігова становить близько 1480 МДж/м², а для Миколаєва на 410 МДж/м² більше. У скільки разів відрізняється величина ефективного випромінювання (енергії, яка випромінюється земною поверхнею безповоротно у космос) у цих містах, якщо альbedo поверхні для Чернігова становить 23%, а для Миколаєва – 18%?

3.2.9. Випромінювання атмосфери в космос від усієї величини сонячної радіації, що поступила на верхню межу атмосфери становить 66%. З них компенсується поглинутою атмосферою сонячною радіацією 20%, на 4% менше енергії атмосфера отримує за рахунок ефективного випромінювання земної поверхні. Скільки становить теплота, яка виділяється при конденсації водяної пари в атмосфері?

3.2.10. На верхню межу атмосфери поступає у середньому за рік 10800 МДж/м² сонячної енергії. Поглинута земною поверхнею сонячна радіація становить від усієї 46%, витрачається на ефективне випромінювання 16% і на випаровування решту. Яку частку від поглинутої радіації становлять ефективне випромінювання та енергія, що витрачається на випаровування? Яка середньорічна величина ефективного випромінювання земної поверхні з м²?

3.2.11. Яка відносна висота гірського хребта, якщо при піднятті повітря з його підніжжя до вершини температура змінилася від +5° до –4°?

3.2.12. Підніжжя двох гір мають абсолютну висоту 800 м. При піднятті повітря з їх підніжжів до вершин температура змінилася від $+7^{\circ}$ до -8° . Як буде відрізнятися віддаленість вершин від снігової лінії обох вершин, якщо обидві вершини розміщені у 40-х широтах різних півкуль, а висота снігової лінії у південній півкулі на цих широтах становить 1700 м, у північній – 3170 м?

3.2.13. Абсолютний максимум температур для міста Луганська становить 41° , а середньомісячна температура липня $52,2\%$ від максимуму. Який абсолютний мінімум температур зафіксований для Житомира, якщо амплітуда екстремальних температур тут становить 73° , середньолипнева температура на $3,4^{\circ}$ менша, ніж у Луганську, а абсолютний максимум на 3° менший, ніж у Луганську. На скільки градусів абсолютний максимум для м. Житомира відрізняється від середньомісячної температури липня для цього міста?

3.2.14. Середньорічна температура для сніголавинної станції Пожижевська у Карпатах становить $2,7^{\circ}$. Середня температура двох місяців разом (січня і липня) на $0,4^{\circ}$ менша від середньорічної. Яка середньомісячна температура січня для Пожижевської, якщо середня липнева тут становить $11,4^{\circ}$?

3.2.15. Атмосферний тиск (знижується в середньому на 10 мм рт. ст. через кожні 100 м висоти) на вершині гори Роман-Кош становив 615,5 мм рт. ст. Який атмосферний вихор зумовив те, що на схилі гори на висоті 1000 м тиск повітря став 635,5 мм рт. ст.? На зміну якому він прийшов?

3.2.16. Атмосферний тиск приведений до рівня моря у липні для Донецька становить у середньому 1011 гПа, а для Івано-Франківська – 1015 гПа. У скільки разів відрізняється амплітуда середніх тисків січня та липня обох міст, якщо середньосічний тиск для Донецька 1021 гПа, а для Івано-Франківська – 1020 гПа?

3.2.17. Скільки у гектопаскалях становить нормальний атмосферний тиск у місті Яремчі, якщо середня абсолютна висота міста 500 м?

3.2.18. Середня відносна вологість повітря в околицях Рахова (Закарпатська область) становила у січні та липні по 78%. На скільки відрізняються величини фактичної абсолютної вологості у цьому місті, якщо максимальна абсолютна вологість для температур січня становить $3,2 \text{ г/м}^3$, а для температур липня $12,9 \text{ г/м}^3$.

3.2.19. Середня відносна вологість у січні на півночі Одеської області становить 83%, а у липні 69%. У скільки разів відрізняється середнє значення фактичної вологості цих двох місяців, якщо середня температура січня -5° , а липня 20° ? Максимальна абсолютна вологість при температурі -5° становить $3,4 \text{ г/м}^3$, а при 20° – $17,3 \text{ г/м}^3$

3.2.20. Фактична вологість повітря становить $11,0 \text{ г/м}^3$. На скільки зміниться показник відносної вологості повітря, якщо його температура зросте з 20° до 30° ?

3.2.21. Відносна вологість повітря при температурі 20° становить 75%. Як зміниться відносна вологість повітря якщо температура спочатку підніметься до 30° , а потім опуститься до 10° ?

3.2.22. Відносна вологість повітря при температурі -10° становила 80%. Якою стане відносна вологість повітря при температурі $+10^{\circ}$?

3.2.23. Величина кількості опадів для Оттави за теплий період року (квітень-жовтень) на 200 мм більша, ніж у Запоріжжі. За холодний період (листопад-березень) у Львові опадів випадає на 12,5% більше, ніж у Запоріжжі. Яку частку у відсотках становить від річної кількості опадів у обох містах становлять опади, які випадають у теплий період, якщо у Львові за зимовий період випадає 225 мм опадів?

3.2.24. Величина річної кількості опадів для Оттави становить на 98% більше, ніж для Пекіна. Величина випаровуваності за рік для Оттави становить 720 мм, а для Пекіна на приблизно 36,1% більше. Яка величина річної кількості опадів у обох містах, якщо величина коефіцієнта зволоження у них відрізняється на 0,865.

3. ГІДРОСФЕРА

Гідросфера – це водна оболонка Землі, що охоплює води Світового океану і води суші. Основна частина вод гідросфери (96,5% загального об'єму) припадає на Світовий океан. Підземні води становлять близько 1,7%, льодовики — близько 1,8% і тільки 0,02% припадає на поверхневі води материків: річки, озера, болота. Незначна кількість води міститься в атмосфері і живих організмах. Загальні запаси прісних вод, що перебувають у рідкому стані і є доступними для споживання, складають всього 0,65% (річки, прісні озера і, частково, підземна вода).

Усі води на Землі – океанічні, поверхневі і підземні води суші – завдяки променевій енергії Сонця здійснюють єдиний кругообіг води в природі. *Найбільше вологи випаровується із поверхні Світового океану, що займає понад дві третини площі нашої планети.* Випарувана волога в атмосфері конденсується, перетворюючись у крапельки води і кристалики льоду. У приземних шарах вони утворюють туман, а піднявшись над поверхнею – хмари.

Опади з хмар випадають над океаном і над сушею. *Найшвидше повертаються в океан води, що випали у вигляді опадів над поверхнею океану.* Вони здійснюють **мале коло кругообігу води** в природі.

Води з опадів, які випали над суходолом, можуть знову випаруватися, або стікають у річки, просочуються в надра Землі, поповнюючи запаси підземних вод. Підземні води, талі снігові чи льодовикові води живлять річки, які у кінцевому результаті переважно виносять воду у Світовий океан (за винятком річок, що належать до басейну внутрішнього стоку). Таким чином, *вода, що випарувалася з океану й потрапила на сушу, через якийсь час знову потрапляє в океан.* Так завершується **велике коло кругообігу води** в природі.

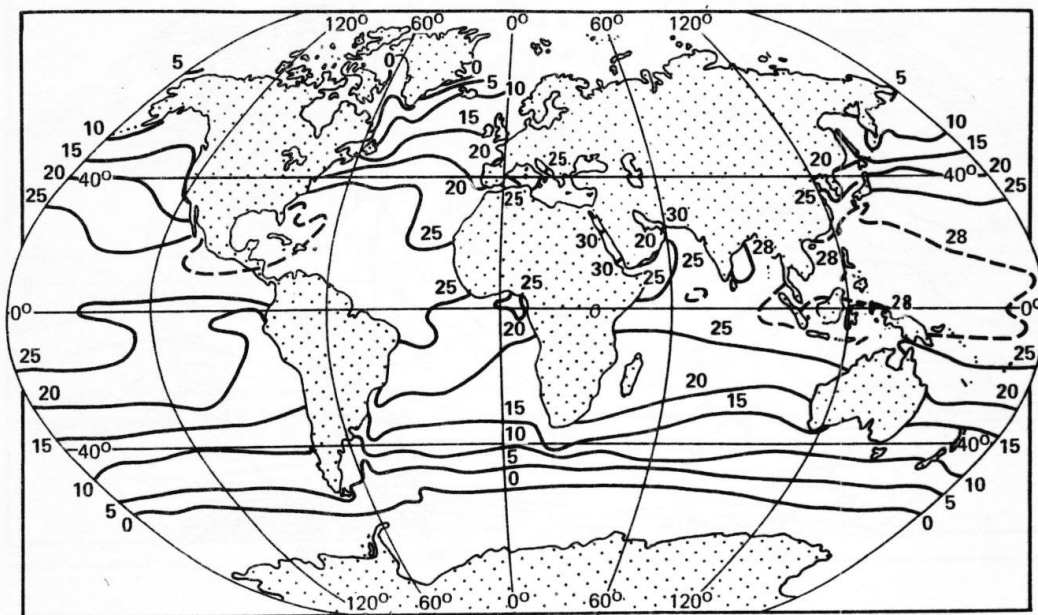
Набагато швидше повертається в океан вода, що потрапила в ріки. Вода, яка сконцентрована у льодовиках, безстічних озерах, глибоких водоносних горизонтах, повертається в океан набагато довше. Вчені вважають, що приблизно за 3000 років, у результаті кругообігу води в природі уся вода Світового океану оновлюється.

Єдиний Світовий океан підрозділяється на чотири океани: ***Тихий (50% площі), Атлантичний (25%), Індійський (21%) і Північний Льодовитий (4%)***. Межі океанів проводять по береговій лінії материків і островів, а у водних просторах умовно по меридіанах мисів. Зараз виділяють п'ятий – Південний океан. У нього входять води південної півкулі Землі між Антарктидою і південними краями материків Південної Америки, Африки і Австралії. Для цього регіону Світового океану характерне перенесення вод із заходу на схід (течія Західних вітрів).

Температура вод Світового океану визначається значною мірою кліматичними процесами, що відбуваються над його поверхнею. Так, сонячна радіація витрачається на випаровування, нагрівання верхнього шару води до глибини приблизно 300 м, а також на нагрівання повітря. Середня температура поверхневих вод океану становить понад +17°C. У північній півкулі вона на 3° вища, ніж у південній. Це зумовлено залежністю від кліматичних умов, які мають значні відмінності на різних широтах, є залежними від співвідношення площ океану та суходолу та інших чинників клімату.

У *приєкваторіальних широтах* температура впродовж року становить 27–28°C. У західних частинах океанів у *тропічних поясах* – 20–25°, а у східних – 15–20°C. Однак саме тут зафіксовані найвищі температури (у Перській затоці — 35 °C, у Червоному морі — 32 °C). Для *помірних широт* характерна сезонна зміна температур води, а середньорічна знижується поступово у напрямках до полюсів від 10 до 0°C. У приполярних широтах температура вод океану впродовж року змінюється від 0 до –2°C. При температурі близько –2°C морська вода середньої солоності замерзає (*чим більша солоність, тим нижча температура замерзання*). Тому біля північного полюса сформувався ***багаторічний льодовий покрив*** потужністю до 4–7 м.

Льоди в цілому *вкривають близько 15% площі Світового океану*. Морський лід солонуватий, але солоність його у декілька разів менша від солоності тієї води, з якої він утворився. В океан потрапляє також прісноводний лід – річковий, а також великі уламки материкових льодовиків Антарктиди, Гренландії – айсберги. Вітрами і течіями вони виносяться в помірні широти і там тануть.



Мал. 61. Розподіл середніх температур серпня у світовому океані.

Глибинні води океанів практично не відчувають впливу кліматоутворюючих процесів, а тому характеризуються незмінними низькими температурами. У придонних шарах Світового океану температури на всіх широтах низькі – від $+2^{\circ}$ на екваторі до -2°C в Арктиці й Антарктиці. Це призводить до того, що середня температура всієї маси океанської води становить близько 4°C .

Важливою властивістю океанської води є солоність. Її визначають кількістю солей у грамах, які розчинені в 1 кг (літрі) морської води, або в **промілье**, тобто в тисячних частках ‰). Середня солоність океанської води – **35 г/л, або 35 ‰**.

Основну частку у морській воді становлять розчинені **хлориди** – більше як 88% та **сульфати** – близько 11%. Солоного смаку воді надає кухонна сіль, а гіркого – солі магнію. Солonoю вода океанів була ще з давніх геологічних епох, коли вона надходила на поверхню з надр Землі. Води річок приносять дуже мало солей (переважно карбонатів) і призводять до зменшення солоності в узбережній частині. До її зниження призводять також танучі крижини та айсберги. Однак **вирішальне значення серед причин, що впливають на солоність поверхневих вод, має співвідношення кількості атмосферних опадів і величини випаровування**. Тому у розподілі солоності простежується широтна зональність.

У **приекваторіальних широтах** солоність 34–35‰, оскільки там велика річна кількість опадів і річковий стік, що помітно перевищують величину випаровування. Найвища солоність (37‰) характерна для **тропічних широт**, де мало опадів і велике випаровування. У **помірних широтах** солоність близька до 35‰, а у **приполярних** –

32–33‰ (найнижча), оскільки випаровування тут дуже мізерне, а воду опріснюють танучі льоди та великі річки.

Найнижчу солоність з морів (5‰) має *Балтійське море*, а найвищу (до 41‰) – *Червоне море*. Ці відмінності пов'язані як із широтним розподілом солоності, так із наявністю чи відсутністю річкового стоку та зв'язком із Світовим океаном.

З глибинами солоність води в океанах трохи зменшується до ізобати 1500 м, а глибше зміни солоності незначні, вона майже скрізь становить 35‰.

Верхні горизонти підземних вод переважно **прісні** (до 1 г/л) або **солонуваті** (1–10 г/л), а глибоких шарів часто бувають **солоними** (від 10 до 35 г/л і більше). Води з вмістом солі понад 35 г/л (за іншими підходами понад 50 г/л) називають **розсолами**.

Серед вод суходолу дуже важливе значення мають річки. Річками називають водотоки, які мають довжину понад 10 км, а коротші – струмками. Річки, довжиною до 100 км, вважають *малими*, до 500 км – *середніми*, а понад 500 км – *великими*.

Площа, з якої води стікають у дану річку, називається її водозбірним басейном, або басейном річки. Всі басейни річок, що впадають в одне море чи океан, утворюють на суходолі *басейн моря чи океану*. Якщо річки у посушливих районах землі пересихають або несуть свої води до безстічних озер, які втрачають воду тільки шляхом випаровування, то їхні басейни називають **басейнами внутрішнього стоку**.

Для того, щоб мати точніше уявлення про характер течії річки, визначають її падіння та похил. **Падінням річки називається перевищення її витоку над гирлом, яке відображають у метрах.** Падіння на окремій ділянці – це різниця висот між двома точками, розташованими на певній відстані одна від другої. Наприклад, висота витоку Дніпра – 253 м над рівнем океану, висота гирла – 0 м, падіння Дніпра дорівнює $253 - 0 = 253$ (м); падіння на окремій ділянці Дніпра від витоку до м. Києва становить $253 - 89 = 164$ (м).

Похилом річки називають відношення її падіння (в сантиметрах) до довжини річки (в кілометрах). Довжина Дніпра – 2201 км. Середній похил річки – $253 \text{ м} : 2201 \text{ км} = 11,5 \text{ см/км}$. При такому невеликому похилі швидкість також незначна – близько 0,6–0,7 м/с. Це рівнинна ріка. Похил гірських річок значно більший, а тому більша швидкість течії та їхня руйнівна сила.

Увесь матеріал, який переноситься річкою, називають твердим стоком. Виражають його масою або об'ємом матеріалу, який переносить річка за певний час (наприклад, за рік або сезон). Від об'єму твердого стоку залежить **мутність води**. Її вимірюють у грамах речовини, яка міститься в 1 м³ води.

Ріки утворюються за рахунок надходження в них води від різних **джерел живлення** (підземні води, дощ, талі снігові та льодовикові води). Отже, живлення річки може бути **дощовим, сніговим, льодовиковим і підземним**.

Для практичних цілей (судноплавства, зрошення полів, будівництва гідроелектростанцій, водопостачання населених пунктів) важливо знати **витрату води річкою**, тобто *об'єм води, який протікає за певний час через її поперечний переріз*. Найчастіше витрату води у річці вираховують у кубічних метрах за секунду ($\text{м}^3/\text{с}$). **Витрата води (Q)** дорівнює площі поперечного перерізу річки ($F, \text{м}^2$), помноженому на швидкість течії ($V, \text{м/с}$): $Q = FV (\text{м}^3/\text{с})$.

Витрата води у річках змінюється протягом року. Найбільшою вона буває під час повені або паводку. За станом річок здійснюють спостереження гідрометеорологічні пости. У різні пори року заміряють витрату води на одну секунду, вираховують її середньодобові величини, а потім середньорічну витрату. Витрата води у річці за рік називається **річним стоком**.

Найбагатоводніша ріка України Дніпро. Її середньорічна витрата води в гирлі – $1700 \text{ м}^3/\text{с}$. Річний стік Дніпра – $53,5 \text{ км}^3$. Найбільшу водність у світі має Амазонка, яка виносить води в океан $220000 \text{ м}^3/\text{с}$. Величина річного стоку річок залежить від клімату.

Ще одна величина, яка характеризує водність річки, називається **водним балансом**. Це співвідношення приходу і витрати води за певний час (рік, сезон, місяць). Основними елементами **приходу** є атмосферні опади, надходження поверхневих чи підземних вод, а **витрат** – випаровування, поверхневий та підземний стік.

Про задачі

Задачі з теми стосуються співвідношення площ та об'ємів вод складових частин Світового океану, хімічного складу вод. Більша різноманітність задач, які стосуються визначення кількісних величин, які характеризують течію річок, їх роботу, значення для господарського використання. Їх розв'язування дозволяє більш чітко зрозуміти особливості цих важливих об'єктів гідросфери у межах суходолу.

Задачі з розв'язком

Задача 1. Об'єм вод Світового океану $1,37 \cdot 10^9 \text{ км}^3$. Яким шаром вкрила б вода усю поверхню Земної кулі (510 млн км^2), якщо не було б нерівностей. Яка середня глибина Світового океану, якщо площа його становить $70,8\%$ від усієї площі поверхні Землі?

Розв'язок

- 1) $1,37 \text{ м} \cdot 10^9 = 2686,2 \text{ м}$;
- 2) $510 \text{ млн км}^2 \cdot 0,708 = 360,1 \text{ млн км}^2$ – площа Світового океану;
- 3) $1,37 \text{ м} \cdot 10^9 = 3793,9 \text{ м}$.

Відповідь: вода вкрила б усю поверхню Земної кулі шаром у $2686,2 \text{ м}$, а середня глибина Світового океану становить $3793,9 \text{ м}$.

Задача 2. Середня солоність вод Чорного моря становить близько $17,8\%$, а

об'єм 547000 км^3 . Яка маса солей міститься у водах Чорного моря?

Розв'язок

- 1) $547\,000 \text{ км}^3 = 547 * 10^{15} \text{ л}$;
- 2) $547 * 10^{15} \text{ л} * 17,8 \text{ г/л} = 9736,6 * 10^{15} \text{ г} = 9736,6 * 10^9 \text{ т}$.

Відповідь: у водах Чорного моря міститься $9736,6 * 10^9 \text{ т}$.

Задача 3. Визначте витрату води у річці, середня глибина якої дорівнює 1,4 м, ширина — 42 м, а швидкість течії — 0,6 м/с.

Розв'язок

- 1) $1,4 \text{ м} * 42 \text{ м} = 58,8 \text{ м}^2$ — площа поперечного перерізу річкм
- 2) $58,8 \text{ м}^2 * 0,6 \text{ м/с} = 35,28 \text{ м}^3/\text{с}$.

Відповідь: витрата води у річці становить $35,28 \text{ м}^3/\text{с}$.

Задача 4. Визначте, скільки намулу винесе за рік річка, якщо середньорічні величини становлять: площі перерізу русла — 30 м^2 , швидкості течії — $0,5 \text{ м/с}$, а середня величина мутності води — 400 г/м^3

Розв'язок

- 1) $30 \text{ м}^2 * 0,5 \text{ м/с} = 15 \text{ м}^3/\text{с}$ — витрата води у річці;
- 2) $15 \text{ м}^3/\text{с} * 400 \text{ г/м}^3 = 6000 \text{ г/с}$ — маса твердого матеріалу, який переносить річка за одну секунду;
- 3) $6000 \text{ г/с} * 3600 \text{ с} * 24 \text{ год} * 365 \text{ дів} = 189216 \text{ т}$.

Відповідь: річний твердий стік річки становить 189216 т .

Задача 5. Розрахуйте відсоткову частку складових водозабезпечення Вінницької області якщо відомо, що середня величина місцевого стоку у її межах становить $2,47 \text{ км}^3$, а транзитного — $8,47 \text{ км}^3$.

Розв'язок

- 1) $2,47 \text{ км}^3 + 8,47 \text{ км}^3 = 10,94 \text{ км}^3$ — сумарний річний стік;
- 2) $2,47 \text{ км}^3 : 10,94 \text{ км}^3 * 100\% = 22,58\%$;
- 3) $100\% - 22,58\% = 77,42\%$.

Відповідь: частка місцевого стоку в межах Вінницької області становить $22,58\%$, а транзитного стоку — $77,42\%$.

Задачі для розв'язку

3.3.1. Об'єм вод Світового океану $1,37 * 10^9 \text{ км}^3$ ($96,5\%$ загального об'єму вод гідросфери). На скільки підвищився б рівень світового океану, якщо б при незмінній його площі, розтанули льодовики і сніги (близько $1,8\%$ вод гідросфери)?

3.3.2. Загальна площа льодовиків земної кулі становить $15,7 \text{ млн км}^2$. Яку частку суходолу покривають льодовики (149 млн км^2)?

3.3.3. Частина суходолу, яка не належить до басейну внутрішнього стоку, за рік отримує $106\,000 \text{ км}^3$ опадів. Яка частка опадів випаровується, якщо решту стікає в океан (44230 км^3)?

3.3.4. Загальний об'єм вод, який випаровується за рік з усієї поверхні Земної кулі становить $525\,000\text{ км}^3$. З поверхні світового океану випаровується 455830 . Яка частка води у відсотках випаровується з поверхні суходолу.

3.3.5. Загальний об'єм вод, який випадає у вигляді різних видів опадів над суходолом за рік становить 113500 км^3 . Над безстічною областю випадає стільки, скільки випаровується. Скільки вологи випаровується над безстічною областю, якщо увесь річний стік в океан становить 44230 км^3 , а випаровування з частини поверхні суходолу, що має стік в океан становить $61\,770\text{ км}^3$?

3.3.6. За даними, що враховує тільки розвідані запаси підземної води, на прісну воду на всій планеті припадає тільки $2,8\%$ з них $2,15\%$ знаходиться в льодовиках і тільки $0,65\%$ в річках, озерах, підземних водах. Яка об'єм прісних вод озер, річок та розвіданих прісних вод Землі, якщо загальний об'єм вод гідросфери $1,42 \cdot 10^9\text{ км}^3$? Яка частка їх у загальному об'ємі прісних вод?

3.3.7. Основна частина розчинених в океанічній воді солей - хлориди (89%) і сульфати (майже 11%), значно менше карбонатів ($0,5\%$). Яка маса кожної груп солей міститься у водах Азовського моря, об'єм якого 290 км^3 , а середня солоність – $13,8\text{‰}$?

3.3.8. Об'єм прісних вод озер світу становить 83000 км^3 , а річок 1200 км^3 . Яка частка їх разом і зокрема у загальному об'ємі вод гідросфери ($1,42 \cdot 10^9\text{ км}^3$)?

3.3.9. Велике Солоне озеро — безстічне озеро у західній частині США, має середню площу $4,25\text{ км}^2$. Середня солоність води при цій площі в озері становить близько 265‰ , а середня глибина – 6 м . Скільки всього солі випало б в осад і в середньому на кожен 1 м^2 якби вода його повністю випарувалася?

3.3.10.* Каспійське море має рівень на 28 м нижчий за рівень Світового океану, площу без островів 368 тис. км^2 , середню глибину – $212,5\text{ м}$, максимальну 1025 м , середню солоність $11,5\text{‰}$. Якою була середня солоність моря до 1929 року, якщо площа його тоді до, різкого впадіння рівня (з 26 м до 28 м) становила 422 тис. км^2 , кількість солі у ньому не змінилась, а об'єм був на 800 км^3 більшим від сучасного? Якою була середня та максимальна глибина моря до 1929 року?

3.3.11. Найсолонішим серед озер світу вважається озеро Гюсгундак у Туреччині, солоність якого становить 374‰ . Визначте потужність утвореного шару солі який утвориться при випаровуванні 1 м^3 води взятого з цього озера, якщо середня густина солі дорівнює 2250 кг/м^3 .

3.3.12. Визначте похил річки Дністер, якщо довжина її 1362 км , а висота витоку 820 м .

3.3.13. У скільки разів похил річки Золота Липа (довжина річки 85 км , висота витоку 426 м , висота гирла 196 м) відрізняється від похилу річки Бребенескул (довжина річки 11 км , висота витоку 1801 м , висота гирла 701 м).

3.3.14. Яка середня глибина річки, якщо ширина її — 25 м , швидкість течії — 2 м/с , а витрата води — $100\text{ м}^3/\text{с}$?

3.3.15. Визначте річний стік Дністра, якщо відомо, що середньорічна

витрата води становить $277 \text{ м}^3/\text{с}$. На скільки він відрізняється від річного стоку Сіверського Дінця, який становить $4,5 \text{ км}^3$?

4. БІОСФЕРА

Поняття «**біосфера**» має широке і вузьке трактування. У широкому розумінні – це сфера життя, тобто оболонка Землі, населена живими організмами (охоплює нижню частину атмосфери до висоти 25–30 км, усю гідросферу і верхню частину земної кори глибиною до декількох кілометрів, де зустрічаються ще анаеробні бактерії).

У вузькому розумінні, яке частіше використовується у географії, – це сукупність живих організмів, що живуть у географічній оболонці. До біосфери планети належать рослини, тварини, гриби, мікроорганізми і людина.

За всю історію біосфери існувало приблизно 500 млн різних видів живих організмів. В даний час на Землі нараховується лише близько 2 млн видів (**тварин** — 1,5 млн та **рослин** — близько 500 тис. видів, окрім того в біології виділяють ще два царства — **дріб'янки** — 100 тис. видів та **гриби** — 4,5 тис. видів).

Про задачі

Задачі стосуються деяких кількісних характеристик ґрунтового покриву та взаємодії його з біосферою. За змістом тут може бути представлено дуже багато відмінних задач, але за характером математичного розв'язку вони не будуть виділятися оригінальністю. Тому з цієї теми запропоновано не багато задач.

Задачі з розв'язком

Задача 1. За скільки часу просочиться вода на глибину 25 см у супіщаному й суглинистому ґрунтах? Відомо, що за 100 секунд вода просочується у супіщаному ґрунті на 1 см, а в суглинистому – на 5 мм.

Розв'язок

- 1) $1 \text{ см} = 0,01 \text{ см/с}$ – швидкість просочування води у супіщаному ґрунті;
- 2) $25 \text{ см} : 0,01 \text{ см/с} = 2500 \text{ с} = 41 \text{ хв. } 40 \text{ с}$;
- 3) $5 \text{ мм} = 0,005 \text{ см/с}$ – швидкість просочування води у суглинистому ґрунті;
- 4) $25 \text{ см} : 0,005 \text{ см/с} = 5000 \text{ с} = 1 \text{ год. } 23 \text{ хв. } 20 \text{ с}$.

Відповідь: вода просочиться на глибину 25 см у супіщаному ґрунті за 41 хв. 40 с, а у суглинистому – за 1 год. 23 хв. 20 с.

Задача 2. Один гектар лісу виділяє стільки кисню, скільки його необхідно для дихання 220 осіб. Скільки людей можуть забезпечити киснем ліси України, якщо відомо, що лісами вкрито 14,3% території країни?

Розв'язок

- 1) $603,7 \text{ тис. км}^2 * 0,143 = 86,33 \text{ тис. км}^2 = 8,633 \text{ млн га}$ – площа, яка в межах території України зайнята лісами;
- 2) $8633 \text{ 000 га} * 220 \text{ осіб/га} = 1899,26 \text{ млн. осіб.}$

Відповідь: ліси України можуть забезпечити киснем 1899,26 млн. осіб.

Задачі для розв'язку

3.4.1. На 1 м^3 ґрунту у помірному поясі живе в середньому 15 дощових хробаків. Кожен хробак за рік виносить на поверхню 26,6 г ґрунту. Яку кількість ґрунту за рік винесуть на поверхню дощові хробаки на 1 га поля?

3.4.2. Якої товщини досягне ґрунт через 200 років, якщо його теперішня товщина – 100 см, змив становить 0,008 мм за рік, а ґрунтоутворення – 2 см за 100 років?

3.4.3. Дуб вбирає 85 л води щодня, осика — 462 л за тиждень, а береза — 1900 л за 30 днів. Розмістіть назви цих дерев у порядку збільшення кількості води, яку вони вбирають за однаковий проміжок часу.

3.4.4. Обчисліть об'єм повітря, який можуть очистити від автомобільних газів 25 каштанів, посаджених вздовж дороги, якщо одне дерево очищає зону завдовжки 100 м, шириною 12 м, висотою 10 м.

3.4.5. Мурашина сім'я протягом дня знищує 1 кг шкідливих комах, завдяки чому захищає ліс площею 0,25 га. Яку кількість шкідливих комах знищують мурашині сім'ї, аби захистити 4 га лісу протягом 10 днів?

Розділ 4. СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ГЕОГРАФІЯ

1. НАСЕЛЕННЯ

Для широкого й різнобічного вивчення населення проводять періодично його переписи. Перший перепис населення проведений у США у 1790 році. Дані про чисельність населення зараз отримують за даними поточного обліку населення.

Від чого ж залежить чисельність населення в країні? Нескладно здогадатися, що збільшуватися вона може за рахунок народження дітей або в'їзду на територію держави мешканців з інших країн (**іммігрантів**). Відповідно смертність людей, виїзд за кордон (**еміграція**) зумовлюють зменшення чисельності жителів країни. Співвідношення між кількістю народжених і померлих, емігрантів та іммігрантів визначають загальне зростання або зменшення кількості населення держави (**загальний приріст населення**). Причини, що впливають на зміни чисельності населення є дуже різноманітні і по-різному проявлялися у певні історичні періоди. Вивчає їх наука демографія, а тому всі процеси, пов'язані із зміною чисельності населення, називають **демографічними**.

Основним процесом, що впливає на зміну кількості населення у стабільному суспільстві, є його **природний приріст**, тобто різниця між народжуваністю та смертністю. Природний приріст, народжуваність та смертність визначають як в абсолютних, так і у відносних величинах. **Абсолютний приріст населення** показує різницю між загальною кількістю народжених і померлих за певний період (найчастіше за рік). Наприклад, на території України у 1970 році він становив 300 800 осіб, оскільки абсолютні показники народжуваності за рік — 714 400 дітей, а смертності — 413 600 осіб.

Однак, абсолютна величина природного приросту залежить від загальної чисельності населення, яка була різною у певні періоди історії. Тому, щоб порівнювати темпи зростання населення на певних історичних проміжках часу, порівнювати за цим показником нашу країну з іншими і т. ін., користуються відносними величинами. Для цього абсолютні показники ділять на середню чисельність жителів країни у цьому проміжку часу і визначають *кількість народжених, померлих та природний приріст у розрахунку на 1000 осіб населення*. Їх ще називають коефіцієнтами. Наприклад, за згаданий уже 1970 рік, коли середня чисельність жителів України становила 47 млн осіб, коефіцієнт народжуваності становив 15,2, смертності — 7,7, а природного приросту 6,4 на 1000 осіб населення.

Якщо смертність перевищує народжуваність то відбувається природне зменшення населення (депопуляція), тобто природний приріст населення стає від'ємним. В Україні він став таким з 1991 року. Однак загальний приріст був додатним до 1993 року за рахунок додатного механічного приросту (різниці між кількістю емігрантів та іммігрантів), який компенсував втрати від депопуляції.

Під **механічним рухом населення** розуміють різні за тривалістю переміщення населення між різними населеними пунктами, регіонами, державами. Переміщення населення, які пов'язані зі зміною місця його постійного проживання називають **міграцією**. Однак здебільшого термін «міграція» використовують як синонім до поняття «механічний рух населення».

Міграції класифікують за різними ознаками. Так за **напрямком міграційних потоків** їх ділять на **зовнішні** (міждержавні) і **внутрішні** (в межах території однієї країни). Стосовно даної країни зовнішні міграції поділяються на **еміграцію** (виїзд за межі держави), **імміграцію** (в'їзд у країну).

За **тривалістю** розрізняють міграції **постійні** і **тимчасові**. **Постійна (безповоротна) міграція** — це переміщення населення, що супроводжується зміною постійного місця проживання. Прикладами постійної міграції є переселення сільських жителів до міст, а **тимчасової (зворотної)** — поїздки з повернення на навчання, роботу в інший населений пункт, район, державу. При цьому **тимчасові міграції** поділяються на **маятникові, циклічні, епізодичні**. **Маятниковою міграцією** вважають щоденні або щотижневі поїздки населення від місць проживання до місць роботи або навчання. У маятникових міграціях бере участь значна частина міського й сільського населення. Радіус маятникової міграції для великих міст може становити близько 40—70 км, а для середніх – 25—30 км. **Циклічна (сезонна) міграція** – це переміщення працездатного населення на певний досить тривалий час, здебільшого на сезонні роботи. **Епізодичною міграцією** є ділові, культурно-побутові та інші поїздки, що здійснюються нерегулярно у часі.

За **причинами** (рушійними мотивами) міграції поділяють на **економічні**, що зв'язані з пошуком місць з більш високим рівнем життя, і **політичні**, викликані змінами державних кордонів, дискримінацією окремих груп населення, стихійними лихами.

Міграційні процеси характеризуються рядом кількісних показників. Найбільш широко з них використовується **сальдо міграцій** – різниця між числом осіб, що прибули на яку-небудь територію, і числом осіб, що вибули звідти за той самий проміжок часу. Цей термін по суті є синонімом до механічного приросту населення. Сальдо міграції може бути позитивним і негативним. Виражений цей показник може бути як в абсолютних цифрах так і відносних цифрах. Співвідношення прибулих і вибулих у розрахунку на тисячу осіб населення називаються **коефіцієнтом сальдо міграцій або коефіцієнтом механічного приросту населення**.

Демографічні процеси визначають певне співвідношення між населенням різного віку та статі, тобто його **статеву-вікову структуру**. Суттєво впливає на неї також середня тривалість життя населення. Для зручності оцінки статево-вікової структури населення будують **статеву-вікову піраміду**, де ділять мешканців на вікові групи через кожні 5 років. Особливо важливо знати частку дітей і підлітків (до 15 років), дорослого населення (15-59 років) та людей старшого віку (60 років і більше). Аналізуючи такі об'єднані вікові групи,

прогнозують зайнятість населення у господарстві, розвиток економіки в окремих районах країни. У світовій статистиці частіше беруться до уваги вікові групи 15-64 роки та 65 років і більше, оскільки у розвинутих країнах працездатний вік піднятий до 65 і більше років.

Піраміда відображає і співвідношення статей у вікових групах. Різні співвідношення у світі та конкретних країнах пов'язані передусім із співвідношенням статей при народженні та відмінностями у середній тривалості життя. Так у віковій групі 0–14 років як у світі в цілому, так і в окремих регіонах і країнах переважають чоловіки. Це зумовлюється тим, що хлопчиків в усьому світі народжується в середньому за рік на 4 мільйони більше, ніж дівчаток. Тобто у світі народжується 107 хлопчиків на кожних 100 дівчаток. А ось середня тривалість життя практично в усіх державах вища у жінок, а тому співвідношення у старших вікових групах кардинально змінюються. Так, у світі в цілому з вікової групи 45-49 років частка чоловіків стає меншою ніж жінок – 99/100. Дальше чим старша вікова група тим диспропорція між статями стає більшою – у віці понад 80 років 56/100.

Під **розселенням** розуміють процес розподілу населення на території. Характеризується воно передусім відмінностями у густоті населення, сукупністю населених пунктів (міст, селищ, сіл) різної величини, певним співвідношенням чисельності міських та сільських жителів.

Густота населення – це статистичний показник, який характеризує середню кількість жителів країни чи адміністративної одиниці, що припадає на 1 км² їх площі. Залежить вона від природних умов, історичного розвитку, особливостей демографічних процесів, розміщення природних ресурсів та особливостей господарської діяльності. На середню густоту населення в межах адміністративної одиниці суттєво впливає розміщення на території великого одного чи декількох міст. Тому на картах часто показують середню густоту не всього, а тільки сільського населення. Саме така карта розміщена й у шкільному атласі.

Первинною ланкою розселення є **населені пункти**, тобто місця зосередження людей з необхідними для життя будівлями та спорудами. Населені пункти бувають двох типів: міські і сільські. До міських в Україні належать міста і селища міського типу.

Містами в Україні вважають населені пункти, які мають не менше 10 тис. жителів, причому більшість з яких зайняті у промисловості та сфері послуг. Міські поселення, що налічують не менше 2 тис. осіб, а понад половина зайнятих працює не в сільському чи лісовому господарстві, називаються **селищами міського типу**. Залежно від кількості жителів міста поділяють на малі (до 50 тис.), середні (50-100 тис.), великі (понад 100 тис. жителів). Серед великих виділяється група міст-мільйонерів, тобто тих, чисельність населення яких перевищує 1 млн осіб.

Сільський населений пункт характеризується тим, що переважна кількість жителів його зайнята у сільському господарстві. Іншими ознаками сіл є

малоповерхова житлова забудова з присадибними ділянками, відносно невелика чисельність населення. Серед них бувають малі сільські поселення (до 1 тис. жителів), середні (від 1 до 2 тис.), великі (від 2 до 5 тис.) та дуже великі (понад 5 тис. жителів).

Територіально цілісні поєднання населених пунктів різного типу, які взаємодіють між собою у процесі господарської діяльності і взаємодоповнюють один одного, називають **системою розселення**. В межах України міські і сільські поселення творять загальнодержавну систему розселення.

З розвитком суспільства, особливо промисловості і сфери послуг, зростає кількість міст і частка міського населення, поширюється міський спосіб життя, який характеризується вищим ступенем благоустрою. Цей процес називається **урбанізацією**. **Рівень урбанізації** прийнято оцінювати передусім за часткою міських жителів у загальній кількості населення одиниці адміністративно-територіального устрою чи держави.

Кожен народ має свою **етнічну територію**, тобто чи район райони, де зосереджений основна частина того чи іншого чи народу де він становить більшість населення. На основі визначення етнічних територій відбуваються процеси виникнення і утвердження нових національних держав, проводяться межі федеративних утворень у межах держав.

Розглядаючи етнічний склад населення окремих країн і районів, необхідно розрізняти **корінне** (аборигенне, автохтонне) і **стороннє населення**. Розподіл цей досить умовний, тому що серед корінного населення завжди можна виділити більш давнє і те, що переселилося порівняно недавно. Народи, що живуть по сусідству один з одним, звичайно мають подібні форми побуту і культури, і, чим довшим було їхнє сусідство, тим більше загальних рис ми знаходимо в побуті і культурі цих народів поза залежністю від їхнього походження. Значна частина народів усвідомлює себе окремою нацією, а тому претендує на державність. Однак реалізація цього прагнення є досить складним процесом, який наштовхується на багато стереотипів і перешкод. Тому багато з націй ще не домоглися втілення у життя свого права, а тому проживають як **національна меншина** в одній або декількох державах.

За національним складом населення держави здебільшого відносять до декількох груп: 1) **однаціональні** (основна національність складає понад 90%) – біля половини держав земної кулі: більшість держав Європи, Близької Схід і Лат. Америки; з **різкою перевагою однієї нації** (75-90%), але при наявності більш-менш значних національних меншин: Велика Британія, Україна, Франція, Іспанія, Румунія, Китай, Монголія, США, Австралійський Союз, Нова Зеландія і т.д.; **двонаціональні**: Канада, Бельгія; з **більш складним національним складом, але відносно однорідним у етнічному відношенні**: в Азії – Іран, Афганістан, Пакистан, Малайзія, Лаос; країни у Центральній, Східній і Південній Африці; **багатонаціональні**, зі складним і різнорідним в етнічному відношенні складом: Індія (близько 1500 народів), Нігерія – близько

300, в Індонезія, Китай, Філіпіни – не менше 150. До них належать також Росія, Швейцарія, багато країн Західної і Південної Африки.

У часи існування СРСР для оцінки забезпеченості держави чи окремої адміністративної одиниці людьми здатними до праці (*робочою силою*) використовували поняття “трудові ресурси”. Під *трудовими ресурсами* в Україні розуміють населення працездатного віку (чоловіки від 16 до виповнення 60 років, жінки від 16 до виповнення 55 років), яке працює або не працює, а також пенсіонери й підлітки, які працюють. Зрозуміло, що основна частка трудових ресурсів припадає саме на населення працездатного віку, за винятком інвалідів I і II груп та пенсіонерів, що отримують пенсію на пільгових умовах. Проте пенсіонери і підлітки, які на даний момент зайняті у господарській діяльності, також становлять запас (ресурс) робочої сили.

Зараз Україна, як і більшість держав, перейшла на міжнародні стандарти оцінки забезпеченості робочою силою, якою користується Міжнародна Організація Праці (МОП). Базовим поняттям за цим підходом є *економічно активне населення (ЕАН)*. Це населення обох статей віком 15–70 років, яке протягом певного періоду пропонує свою робочу силу для виробництва товарів та послуг. До економічно активних відносяться особи, *зайняті економічною діяльністю*, яка приносить дохід (*зайняті*), та *безробітні*.

До *зайнятого населення* відносять осіб, які займаються економічною діяльністю з метою отримання доходу. Сюди належать передусім *працюючі за наймом* на умовах повного (неповного) робочого дня (тижня), а також самозайняті (роботодавці; особи, які самостійно забезпечують себе роботою або безкоштовно працюють у сімейному бізнесі).

Учнів та студентів працездатного віку, які навчаються з відривом від виробництва, військових строкової служби, *до зайнятого населення не відносять*. Вони разом з пенсіонерами та людьми, що з тих чи інших причин не шукають роботу належать до *економічно неактивного населення (ЕНН)*. Найбільшу частку серед неактивних становлять в Україні, як і у ряді інших країн з невисоким пенсійним віком, пенсіонери, а також учні і студенти денної форми навчання.

Рівень зайнятості визначається як відношення кількості зайнятого населення у віці 15–70 років до всього населення означеного віку. Особи у віці 15–70 років (зареєстровані та незареєстровані в державній службі зайнятості), які не мали роботи (прибуткового заняття), шукають роботу і готові приступити до роботи за наймом або на власному підприємстві за визначенням МОП належать до *безробітних*. Відношення (у відсотках) кількості безробітних віком 15–70 років до всього економічно активного населення називають *рівнем безробіття*. Зареєстрованих безробітних у державних центрах зайнятості завжди є менше, а отже і нижчим є рівень зареєстрованого безробіття.

Про задачі

Населення оцінюється за різними статистичними показниками, а тому задач можна створити з цієї теми дуже багато. Вони мають і певні відмінності у розв'язку, а тому потрібно уважно вчитуватись у зміст. Так, наприклад, коли йдеться про темпи зростання чисельності населення, то береться відношення до початкової величини чисельності населення, а коли мова іде про коефіцієнт приросту населення, то у цьому випадку складається відношення до середньої величини чисельності населення за заданий період.

При встановленні чисельності населення при відомому сталості коефіцієнті приросту слід мати на увазі, що якщо йдеться за декілька річний період, то приріст кожного наступного року буде від іншої величини, а тому послідовність величини буде не арифметичною, а геометричною прогресією.

У задачах, де йдеться про вікову структуру населення слід мати на увазі, що вікова група 0–4, 5–9 років і т. д., охоплює п'ятирічний період, оскільки вік чотири роки, наприклад, рахується допоки не виповниться особі рівно п'ять років.

При визначенні середніх показників щільності населення чи рівня урбанізації слід мати на увазі, що отримані величини не будуть середнім арифметичним цих величини для окремих територіальних одиниць.

Задачі з розв'язком

Задача 1. Населення України станом на 1 січня 2007 року склало 90% від населення 1990 року, що становило 51,83 млн осіб або 99,4% від населення попереднього року. Визначте величину загального приросту населення за 2006 рік.

Розв'язок

- 1) $51,83 \text{ млн осіб} \cdot 0,9 = 46,647 \text{ млн осіб}$ – чисельність населення станом на 1 січня 2007 року;
- 2) $46,647 \text{ млн осіб} \cdot 100\% = 46929 \text{ тис. осіб}$ – чисельність населення станом на 1 січня 2006 року;
- 3) $46647 \text{ тис. осіб} - 46929 \text{ тис. осіб} = -281 \text{ тис. осіб}$.

Відповідь: загальний приріст населення України за 2006 рік склав – 281 тис. осіб.

Задача 2. Населення світу станом на 1 січня 2011 року становило 6891 млн осіб, а станом на 1 січня 2010 року воно становило 6814 млн осіб. На скільки відсотків зросло населення за рік та скільки за цей рік склала величина коефіцієнта природного приросту населення світу? Скільки населення проживало б у світі у 2020 році, якщо б коефіцієнт природного приросту населення не змінився?

Розв'язок

- 1) $6891 \text{ млн осіб} - 6814 \text{ млн осіб} = 77 \text{ млн осіб}$ – загальний річний приріст населення;
- 2) $6814 \text{ млн осіб} : 100\% = 77 \text{ млн осіб} : X\%$;

$$X = 77 \text{ млн осіб} * 100\% = 1,13\%;$$

- 3) $6891 \text{ млн осіб} + 6814 \text{ млн осіб} = 6852 \text{ млн осіб}$ – середня чисельність населення за рік.
- 4) $77 \text{ млн осіб} * 1000 \text{ осіб} = 11,24 \text{ на } 1000 \text{ осіб}$ – коефіцієнт природного приросту населення світу за 2010 рік.

- 5) При незмінному прирості населення ми отримаємо послідовність, яка є геометричною прогресією:

$$H_{2012} = H_{2011} + H_{2011} * 0,01124 = H_{2011} (1 + 0,01124);$$

$$H_{2013} = H_{2012} + H_{2012} * 0,01124 = H_{2012} (1 + 0,01124);$$

$$H_{2014} = H_{2013} + H_{2013} * 0,01124 = H_{2013} (1 + 0,01124);$$

Тому знаходження чисельності населення у певному році за суттю є знаходженням члена геометричної прогресії. Отже:

$$H_{2020} = H_{2011} * 0,01124^{(2020-2011)} = H_{2011} * 0,01124^{19} = 6891 \text{ млн осіб} * 1,2366 = 8521 \text{ млн осіб}.$$

Відповідь: населення світу у 2020 році за такої величини коефіцієнта природного приросту мало б становити рік склав 8521 млн осіб.

Задача 3. Частка міських жителів Землі з 1950 року по 2010 рік зросла з 29% до 56,5%. На скільки відсотків зросла чисельність міського населення 2010 року порівняно 1950 роком, якщо чисельність всього населення світу змінилася з 2520 до 6814 млн. осіб?

Розв'язок

- 1) $2520 \text{ млн осіб} * 0,29 = 731 \text{ млн осіб}$ – кількість міських жителів у світі у 1950 році;
- 2) $6814 \text{ млн осіб} * 0,565 = 3850 \text{ млн осіб}$ – кількість міських жителів у світі у 2010 році;
- 3) $3850 \text{ млн осіб} - 731 \text{ млн осіб} = 3119 \text{ млн осіб}$ – загальна величина зростання кількості міського населення за 60 років;
- 4) $731 \text{ млн осіб} : 100\% = 3119 \text{ млн осіб} : X\%;$
 $X = 3119 \text{ млн осіб} * 100\% = 426,7\%;$

Відповідь: міське населення світу з 1950 року до 2010 року зросло на 426,7%.

Задача 4. У промисловості України у 1990 році було зайнято 30,8% від 25,4 млн. всіх працюючих осіб. Чисельність зайнятих у промисловому виробництві у 2000 році склала 4,3 млн. осіб. На скільки відсотків змінилась кількість працюючих у промисловості?

Розв'язок

$$1) 25,4 \text{ млн осіб} : 100\% = X \text{ млн осіб} : 30,8\%;$$

$$X = 25,4 \text{ млн осіб} * 30,8\% = 7,82 \text{ млн осіб} - \text{чисельність зайнятих у промисловому виробництві у 1990 році};$$

$$2) 7,82 \text{ млн осіб} - 4,3 \text{ млн осіб} = 3,52 \text{ млн осіб} - \text{величина на яку за 10 років зменшилась кількість зайнятих у промисловому виробництві};$$

$$3) 7,82 \text{ млн осіб} : 100\% = 3,52 \text{ млн осіб} : X\%;$$

$$X = 3,52 \text{ млн осіб} * 100\% = 45,1\%$$

Відповідь: кількість працюючих у промисловості з 1990 по 2000 роки зменшилась на 45,1%.

Задачі для розв'язку

4.1.1. Населення Чернігівської області за 2009 рік зменшилось на 11,6 тис. осіб і станом на 1 січня 2010 року склало 1109,7 тис. осіб. Яка величина коефіцієнта природного приросту населення області за 2009 рік, якщо народилося за цей рік на 11,7 тис осіб менше, ніж померло?

4.1.2. Населення України за 2009 рік зменшилось на 180,8 тис. осіб і станом на 1 січня 2010 року склало 45962,9 тис. осіб. Яка величина коефіцієнта механічного приросту населення держави за 2009 рік, якщо коефіцієнт народжуваності за цей рік склав 11,1 на 1000 осіб, а смертності 15,3 на 1000 осіб?

4.1.3. Населення України станом на 1 січня 1993 року становило 52244 тис. осіб, а за 1992 рік було збільшилося на 187,5 тис. осіб. За 1993 рік чисельність населення зменшилась на 129,7 тис. осіб. Як змінився коефіцієнт механічного приросту (сальдо міграції) за ці два роки, якщо коефіцієнт природного приросту за 1992 рік становив -2,0 на 1000 осіб, а за 1993 рік - -3,5 на 1000 осіб?

4.1.4. Населення України станом на 1 січня 2005 року становило 47281 тис. осіб, а на 1 січня 2010 року 45963 тис. осіб. На скільки відсотків змінилось населення держави за п'ять років? Який був середньорічний приріст населення України за цей п'ятирічний період?

4.1.5. За прогнозами науковців населення світу станом на 1 липня 2012 року складе 6999,4 млн осіб, а на 1 липня 2026 року - 8013,4 млн осіб. Які середньорічні темпи зростання чисельності населення за цей період у відсотках?

4.1.6. Кількість народжених у світі за 2010 рік склала 132,7 млн осіб. У 2050 році за оцінками вчених вона буде більшою від народжених у 2010 році на 1,8%. Як зміниться середній коефіцієнт смертності, якщо загальний приріст населення світу за 2010 рік склав 76,4 млн осіб, за 2050 р згідно прогнозу він становитиме 41,2 млн осіб, а світова чисельність населення станом на липень

2010 року становила 6838 млн осіб, на липень 2050 року становитиме 9150 млн осіб?

4.1.7. У Африці у 2010 році проживало 1033 млн осіб, що становило 15%, а у Європі – 733 млн осіб. На скільки зміняться частки у відсотках населення цих макрорегіонів світу у 2050 році, якщо чисельність населення Африки за прогнозами зросте на 93,4% і становитиме у 2,9 разів більше, ніж у Європі, а населення світу становитиме 9150 млн осіб?

4.1.8. Населення Китаю у 2010 році становило 1340 млн осіб або 19, 5% від населення світу, а населення Індії 17,3% від населення світу. На скільки відрізнятиметься населення двох країн у 2050 році, якщо за прогнозами у Китаї чисельність населення за ці 40 років зросте на 52 млн осіб, а Індії – на 33,9%?

4.1.9. Те, як змінювалась середня тривалість життя у світі та двох групах країн відображено у таблиці. Якою мала б бути середня тривалість життя у двох групах країн, якщо темпи їх зміни у період 2005–2050 років будуть відрізнятися у стільки ж разів від середньосвітових, як і за попередній відображений відтинок часу?

Середня тривалість життя у кількості років

4.1.10. За даними 2010 року частка осіб віком 0–14 років в світі становила 27,2%, а 65 і більше років – 7,6%. В Уганді у цьому році частка осіб віком 15–64 роки була у 1,36 разів менша ніж для світу. Які співвідношення між трьома основними віковими групами існували станом на 2010 рік в Уганді, якщо частка осіб віком 65 і більше тут була у 22,82 рази менша, ніж осіб віком 15–64 роки?

	1950 р.	2005 р.	2050 р.
Світ	46	66	76
Більш розвинуті	66	75	
Менш розвинуті	41	63	

4.1.11. За даними 2010 року частка осіб віком 15–64 роки в Італії становила 66,32%, а 65 і більше років – 20,2%. За прогнозами науковців у 2050 році в Італії частка осіб віком 0–14 років буде становити на 2% менше, ніж у 2010 році, а у віковій групі 65 років і більше в 1,75 разів більша ніж у 2010 році. Які співвідношення між трьома основними віковими групами будуть в Італії у 2050 році?

4.1.12. За даними 2010 року частка осіб віком 0–14 років в Україні становила 14,1%, а 65 і більше років – 16,6%. За прогнозами науковців у 2050 році в Україні частка осіб віком 0–14 років буде становити 12,9%, а у віковій групі 15–59 років 49,0%. Як зміниться за 40 років в Україні частка осіб 60 років і більше, якщо у 2010 році в Україні проживало 45963 тис осіб, серед яких 1826 тис осіб мали вік 60–64 роки?

4.1.13. За даними 2010 року в Україні частка чоловіків становила 46,1%. На скільки у державі проживало більше у 2010 році жінок, ніж чоловіків, якщо чисельність населення становила 45963 тис осіб?

4.1.14. За даними 2010 року в Катарі кількість чоловіків була у 1,87 рази більша, ніж жінок. Яку відсоткову частку в усьому населенні держави, яке становило 841 тис. осіб, займають жінки?

4.1.15. За підсумки Всеукраїнського перепису населення 2001 року в Україні проживало 48457 тис. осіб, серед яких 77,8% становили українці. Під час перепису рідною назвали українську мову 67,5% громадян України. Частка українців, які назвали в анкеті рідною українську мову склала 85,2%. Яку частку від усього населення України становили представники інших національностей, які рідною назвали українську мову?

4.1.16. Станом на 1 січня 2010 року у Волинській області сільське населення становило 501,3 тис. осіб, а у Рівненській на 100,1 тис. осіб більше. Частка міських жителів у Рівненській області становила 47,78%, а їх чисельність була на 14,8 тис більша, ніж у Волинській. Яка середня густота населення та рівень урбанізації у Північно-Західному економічному районі, якщо у площа Волинської області 20,2 тис км², а Рівненської на 1000 км² менша?

4.1.17. Площа Бельгії становить 30,5 тис км², а Аргентини – у 91,06 рази більша. Середня щільність населення у Бельгії становить 340,6 осіб на км², а у Аргентині вона у 23,5 рази менша. На скільки відрізняється чисельність міського населення двох держав, якщо рівень урбанізації у Бельгії становить 97%, а у Аргентині – 92%?

4.1.18. В Україні до економічно активного населення станом на початок 2010 року належало 22150 тис. осіб (63,3% від усіх осіб віком 15-70 років). З них до працездатного віку належало 20 322 тис. осіб. Яку частку від ЕАН та всього населення вікової групи 15-70 років становило на цей момент економічно активне населення допрацездатного та післяпрацездатного віку?

4.1.19. Частка економічно активного населення до всього населення Китаю на початок 2011 року (1340 млн осіб) становила 60,8%. У скільки разів відрізняється кількість ЕАН у Китаї та США, якщо його частка у США на 10,6% менша, ніж у Китаї, а загальна чисельність усього населення у 4,32 рази менша, ніж у Китаї?

2. ГОСПОДАРСТВО

Економічний потенціал і ефективність його використання, рівень технічної оснащеності господарства і добробут народу — основні параметри,

що визначають місце кожної країни у світовій системі економічних координат. Для його визначення у міжнародній статистиці використовуються передусім показник валового внутрішнього продукту (ВВП) і його похідні. **Валовий внутрішній продукт** — це вартість кінцевих товарів і послуг, які вироблені за рік і використані для поточного споживання, капіталовкладень і експорту. Мова йде тільки про готову продукцію — сировина, паливо, напівфабрикати, комплектуючі деталі і вузли у ВВП включаються лише в тому випадку, якщо вони йдуть на експорт і їхня обробка в даній країні закінчена. У ВВП включається і продукція вироблена підприємствами, які належать іноземним власникам.

Усі показники для порівняння економічного розвитку країн виражають в єдиній валюті — *доларах США*. Перерахування з національних валют у долари, як це прийнято в ООН при міжнародних економічних зіставленнях, виконують не за ринковим обмінним курсам, а за *паритетами купівельної спроможності (ПКС)*, що у багатьох країнах істотно відрізняються від ринкових курсів валют. Оскільки ціни на однакові товари в різних країнах різні, а офіційні курси валют не відповідають їхній реальній купівельній спроможності, то розрахунок річного ВВП для кожної країни світу здійснюється за цінами товарів у США (тут представлено до 90% світового асортименту товарів і послуг, плюс бездоганно налагоджена статистика) й середньосвітовими або національними цінами на товари, які відсутні в США. Така методика дає можливість порівняти обсяги виробництва у всіх країнах без урахування якості продукції і використовується ООН.

Однак обсяги виробництва не зовсім відображають рівень розвитку країн світу. Тому частіше беруть до уваги **ВВП на одну особу**. *Розрив за рівнем ВВП на одну особу між світом у цілому і розвинутими країнами помітно розширився.*

У процесі розвитку суспільства відбувалася і продовжує відбуватися якісна диференціація економічної діяльності. Відтак, **поділ праці** — це об'єктивний, однонаправлений (незворотний) і безкінечний процес якісної диференціації господарської діяльності на все нові види і разом з тим існуюча система якісної диференціації видів господарської діяльності, що історично склалася на даний час, на даному етапі розвитку суспільства.

У найбільш загальному відношенні у господарській діяльності зараз прийнято виділяти три сектори. До **первинного сектора** відносять передусім сільське господарство, добувні галузі промисловості, а також лісове господарство, мисливство, рибальство. Всі вони безпосередньо контактують з природою, здійснюючи заготівлю сировини чи палива природного походження. До **вторинного сектора** відповідно належать ті галузі виробничої сфери, які використовують і переробляють паливо і сировину, заготовлену галузями первинного сектора господарства. Це передусім усі галузі переробної промисловості, а також будівництво. Види діяльності, які надають послуги

відносять до **третинного сектора**.

Впродовж тисячоліть вирішальне значення у формуванні ВВП будь-якої держави відігравав первинний сектор. Перша, а пізніше друга промислові революції спричинили значне зростання промислового виробництва, особливо обробних галузей у найбільш розвинутих країнах. Частка первинного сектора, який розвивався значно повільнішими темпами, у загальному обсязі ВВП розвинутих держав почав падати.

В епоху НТР ще більшими темпами, ніж промисловість почав розвиватися третинний сектор (особливо наука, освіта, транспорт, зв'язок, туризм і інші види послуг). У результаті частка третинного сектора у загальному обсязі ВВП цих країн становить на сьогодні понад 70%, частка вторинного сектора 20-25%, а первинного 2-5%.

Отже загальною закономірністю змін у галузевій структурі виробничої сфери світового господарства є послідовний перехід від високої частки сільського господарства, добувних галузей промисловості до домінування обробних галузей, що створюють продукцію на основі високих технологій. Частка вторинного сектора у ВВП країн збільшується до досягнення певного рівня, а потім відбувається її стабілізація і скорочення під впливом третинного сектора, розвиток якого в епоху НТР надзвичайно прискорюється.

Поділ праці зумовлює послідовне й неперервне зростання продуктивності праці, і саме в цьому полягає його економічна мета. У світогосподарській практиці склалася така своєрідна "норма": чим глибшою є національна система поділу праці, тим більш високим є розвиток продуктивних сил даної країни, і навпаки.

Територіальний поділ праці — це просторова форма суспільного поділу праці, яка закріплює різну господарську спеціалізацію окремих територій — ареалів, регіонів, країн. В основі територіального поділу праці лежать:

- територіальні відмінності у природних умовах і ресурсах,
- різниця у економіко-географічному положенні,
- відмінності у забезпеченості робочою силою, її якості, наявності навичок і кваліфікації,
- історико-географічні та етно-національні особливості,
- соціально-демографічні відмінності,
- геополітичне положення,
- екологічні умови.

Внаслідок таких відмінностей виробництво одного й того ж продукту в різних регіонах та країнах потребує різних витрат — більших чи менших.

У результаті ТПП відбувається спеціалізація господарства різних країн і регіонів і складається обмін спеціалізованою продукцією між ними. Якщо кожний товар вироблятиметься в тих місцях, де для цього найменші витрати праці, то суспільство в цілому матиме економічну вигоду, так само, як і

населення кожної території, що задіяна у поділі праці. Саме така економія суспільних витрат виробництва і виступає головною метою ТПП.

Про задачі

Задач з величинами, які характеризують господарську діяльність, ті чи інші економічні показники можна створити безліч, але розв'язки їх у порівнянні з іншими не відділяються якоюсь особливою оригінальністю. Тому тут наведено небагато задач, які автором було запропоновано для учнівських олімпіад у різні роки. Однак, оскільки ці дані швидко старіють, то краще їх складати за аналогією, на основі найновіших даних.

Задачі з розв'язком

Задача 1. Валовий внутрішній продукт (ВВП) Великої Британії за 2000 рік у 10 разів більший, ніж у Данії. Показник ВВП на особу у Данії становив 70% від величини цього показника у Люксембурзі (населення 0,39 млн. осіб, ВВП – 14200 млн. доларів. Яку величину ВВП дає третинний сектор Великої Британії (частка його у загальному ВВП 73%), якщо чисельність населення Данії у 2000 році становила 5100 тис. осіб.

Розв'язок

1. Показник ВВП на особу у Люксембурзі: $14200 : 0,39 = 36400$ доларів/особу.
2. ВВП на особу у Данії $36400 * 0,7 = 25500$ доларів/особу;
3. Загальний обсяг ВВП Данії $25500 * 5,1 = 130$ млрд доларів;
4. Сфера послуг Великої Британії $130 * 10 * 0,73 = 949$ млрд доларів.

Відповідь: третинний сектор у ВВП Великої Британії давав у 2000 році 949 млрд доларів.

Задача 2. Згідно з угодою загальний обсяг транспортування російської нафти територією України у 2004 році має становити 86,5 млн тонн. ВАТ “Укртранснафта”, яке здійснює усю роботу із транспортування, у 2003 році збільшило прокачування нафти на 18,3% порівняно з 2002 роком, – до 56,7 млн тонн. При цьому нафтотранспортна система України була завантажена на 52,2%. Яка потенційна потужність нафтотранспортної системи України? На скільки відсотків вона була завантажена у 2002 році, а також буде завантажена у 2004 році?

Розв'язок

1. $100\% + 18,3\% = 118,3\%$ транспортування у 2003 році порівняно з 2002 роком.
2. $118,3\% - 56,7$ млн. т.
 $100\% - x$ млн. т.
$$x = \frac{56,7 * 100\%}{118,3\%} = 47,9 \text{ млн. т.} - \text{перекачано в 2002 році.}$$

$$3. \quad 56,7 \text{ млн. т.} - 52,2\%$$

$$x \text{ млн. т.} - 100\%$$

$$x = \frac{56,7 * 100\%}{52,2\%} = 108,62 \text{ млн. т.} \quad - \quad \text{потужність транспортної}$$

системи.

$$4. \quad 108,62 \text{ млн. т.} - 100\%$$

$$47,9 \text{ млн. т.} - x\%$$

$$x = \frac{47,9 * 100\%}{108,62} = 44,098\% \quad - \quad \text{завантаженість у 2002 році.}$$

$$5. \quad 108,62 \text{ млн. т.} - 100\%$$

$$86,5 \text{ млн. т.} - x\%$$

$$x = \frac{86,5 * 100\%}{108,62} = 79,63\% \quad - \quad \text{завантаженість у 2004 році.}$$

Задача 3. Видобуток вугілля у 1990 році становив 74,7% всього видобутого палива (218,3 млн т. у. о. палива). Обсяг видобутку вугілля за період 1990-1996 років знизився у 2,3 рази. На скільки мільйонів тонн зменшилось би за цей період річне виробництво коксу, якщо припустити, що на нього затрачалася 20 % видобутого вугілля, а з однієї тони вугілля можна отримати 750 кг коксу.

Розв'язок

1. Видобуток вугілля у 1990 році: $218,3 \times 0,747 = 163,1$ млн т. у.о. палива.
2. Обсяг видобутку вугілля у 1996 році: $163,1 : 2,3 = 71$ млн т. у.о. палива.
3. Кількість тонн коксу 1990 році: $163,1 \times 0,2 \times 0,75 = 24,5$ млн т.
4. Кількість тонн коксу 1996 році: $71 \times 0,2 \times 0,75 = 10,6$ млн т.
5. $24,5 - 10,6 = 13,9$ млн т.

Відповідь: виробництво коксу зменшилось би при цих показниках на 13,9 млн т.

Задачі для розв'язку

4.2.1. Валовий внутрішній продукт (ВВП) Китаю за 2010 рік становив 9854 млрд. дол. США з а ПКС, а чисельність населення 1340 млрд. осіб. У скільки разів відрізняється ВВП на особу за цей рік у Китаї та Японії, якщо загальний обсяг ВВП цієї держави становив 4338 млрд дол. США, а чисельність населення 127 млн. осіб?

4.2.2. Світовий видобуток нафти у 1950 році становив 520 млн. т, питома частка 10 країн – лідерів видобутку становила 94% від загального обсягу видобутку. Частка Саудівської Аравії (5 місце) серед країн десятки становила тоді 5,44%. До 2006 обсяг видобутку цієї країни (1 місце у світі) зріс у 19,35 рази, а питома частка у світовому видобутку склала 13,15%. Скільки становив світовий видобуток нафти у 2006 році. Зробіть висновки про певні тенденції

змін у географії світового видобутку нафти.

4.2.3. Саудівська Аравія у 2013 році видобувала щоденно 9764000 барелів нафти. На скільки років вистачить запасів нафти, якщо запаси нафти становлять 36 230 млрд т, обсяги видобутку залишаться незмінними, а один барель нафти рівний 0,136 тонни?

4.2.4. Вперше за 33 роки Японія поступилася першим місцем у світі за кількістю вироблених в країні автомобілів Китаю за підсумками 2009 року. У 2009 році в Японії було вироблено 7,93 мільйона автомобілів. Це на 31,5% менше, ніж у 2008 році. Скільки автомобілів було випущено у 2009 році у Китаї, якщо їх кількість на 19,2% була більшою, ніж у Японії за підсумками 2008 року?

ДОДАТКИ

Додаток 1

Значення тригонометричних функцій

Sin кута	Значення	Cos кута		Sin кута	Значення	Cos кута
----------	----------	----------	--	----------	----------	----------

0°	0,0	90°		46°	0,7193	44°
1°	0,0175	89°		47°	0,7314	43°
2°	0,0349	88°		48°	0,7431	42°
3°	0,0523	87°		49°	0,7547	41°
4°	0,0698	86°		50°	0,7880	40°
5°	0,0872	85°		51°	0,7771	39°
6°	0,1045	84°		52°	0,7880	38°
7°	0,1219	83°		53°	0,7986	37°
8°	0,1392	82°		54°	0,8090	36°
9°	0,1564	81°		55°	0,8192	35°
10°	0,1736	80°		56°	0,8290	34°
11°	0,1908	79°		57°	0,8387	33°
12°	0,2079	78°		58°	0,8480	32°
13°	0,2250	77°		59°	0,8572	31°
14°	0,2419	76°		60°	0,8660	30°
15°	0,2588	75°		61°	0,8746	29°
16°	0,2756	74°		62°	0,8829	28°
17°	0,2924	73°		63°	0,8910	27°
18°	0,3090	72°		64°	0,8988	26°
19°	0,3256	71°		65°	0,9063	25°
20°	0,3420	70°		66°	0,9135	24°
21°	0,3584	69°		67°	0,9205	23°
22°	0,3746	68°		68°	0,9272	22°
23°	0,3907	67°		69°	0,9336	21°
24°	0,4067	66°		70°	0,9397	20°
25°	0,4226	65°		71°	0,9455	19°
26°	0,4384	64°		72°	0,9511	18°
27°	0,4540	63°		73°	0,9583	17°
28°	0,4695	62°		74°	0,9613	16°
29°	0,4848	61°		75°	0,9659	15°
30°	0,5000	60°		76°	0,9703	14°
31°	0,5150	59°		77°	0,9744	13°
32°	0,5299	58°		78°	0,9781	12°
33°	0,5446	57°		79°	0,9816	11°
34°	0,5592	56°		80°	0,9848	10°
35°	0,5736	55°		81°	0,9877	9°
36°	0,5878	54°		82°	0,9903	8°
37°	0,6018	53°		83°	0,9925	7°
38°	0,6157	52°		84°	0,9945	6°
39°	0,6293	51°		85°	0,9962	5°
40°	0,6428	50°		86°	0,9976	4°
41°	0,6561	49°		87°	0,9986	3°
42°	0,6691	48°		88°	0,9994	2°
43°	0,6820	47°		89°	0,9998	1°
44°	0,6947	46°		90°	1,0	0°
45°	0,7071	45°				

Додаток 2

Величини елементів градусної сітки Землі

Широта в градусах	Довжина дуги паралелі в 1° по довготі, в м	Довжина дуги ме- ридіану від екватора до	Широта в градусах	Довжина дуги пара- лелі в 1° по
----------------------	--	--	----------------------	---------------------------------------

		паралелі, в м		широті, в м
1°	111305	110576	0-1	110576
2°	111254	221153	1-2	110577
3°	111170	331732	2-3	110579
4°	111052	442312	3-4	110580
5°	110901	552895	4-5	110583
6°	110716	663482	5-6	110587
7°	110497	774072	6-7	110590
8°	110245	884668	7-8	110596
9°	109960	995268	8-9	110600
10°	109641	1105875	9-10	110607
11°	109289	1216488	10-11	110613
12°	108904	1327108	11-12	110620
13°	108487	1437737	12-13	110629
14°	108036	1548373	13-14	110636
15°	107552	1659019	14-15	110646
16°	107036	1769675	15-16	110656
17°	106488	1880341	16-17	110666
18°	105907	1991017	17-18	110676
19°	105294	2101706	18-19	110689
20°	104649	2212406	19-20	110700
21°	103972	2323118	20-21	110712
22°	103264	2433844	21-22	110726
23°	102524	2544583	22-23	110739
24°	101753	2655336	23-24	110753
25°	100952	2766103	24-25	110767
26°	100119	2876886	25-26	110783
27°	99257	2987683	26-27	110797
28°	98364	3098497	27-28	110814
29°	97441	3209326	28-29	110829
30°	96488	3320172	29-30	110846
31°	95506	3431035	30-31	110863
32°	94455	3541915	31-32	110880
33°	93455	3652813	32-33	110898
34°	92386	3763728	33-34	110915
35°	91290	3874662	34-35	110934
36°	90165	3985613	35-36	110951
37°	89013	4096584	36-37	110971
38°	87834	4207573	37-38	110989
39°	86628	4318580	38-39	111007
40°	85395	4429607	39-40	111027
41°	84137	4540654	40-41	111047
42°	82852	4651719	41-42	111065
43°	81542	4762804	42-43	111085
44°	80208	4873908	43-44	111104

Широта	Довжина дуги	Довжина дуги	Широта	Довжина
45°	78848	4985032	44-45	111124

46°	77465	5096176	45-46	111144
47°	76057	5207339	46-47	111163
48°	74057	5318521	47-48	111182
49°	73173	5429723	48-49	111202
50°	71697	5540944	49-50	111221
51°	70199	5652185	50-51	111241
52°	98679	5763445	51-52	111260
53°	67138	5874723	52-53	111278
54°	65577	5986021	53-54	111298
55°	63995	6097337	54-55	111316
56°	62394	6208672	55-56	111335
57°	60773	6320025	56-57	111353
58°	59134	6431395	57-58	111370
59°	57476	6542783	58-59	111388
60°	55801	6654189	59-60	111406
61°	54108	6765612	60-61	111423
62°	52399	6877051	61-62	111439
63°	50674	6988506	62-63	111455
64°	48933	7099978	63-64	111472
65°	47176	7211465	64-65	111487
66°	45405	7322967	65-66	111502
67°	43621	7434483	66-67	111516
68°	41822	7546014	67-68	111531
69°	40011	7654558	68-69	111544
70°	38187	7769116	69-70	111558
71°	36352	7880686	70-71	111570
72°	34505	7992268	71-72	111582
73°	32647	8103862	72-73	111594
74°	30780	8215467	73-74	111605
75°	28902	8327082	74-75	111615
76°	27016	8438707	75-76	111625
77°	25122	850341	76-77	111634
78°	23219	8661984	77-78	111643
79°	21310	8773635	78-79	111651
80°	19394	8885293	79-80	111658
81°	17472	8996958	80-81	111665
82°	15544	9108629	81-82	111671
83°	13612	9220306	82-83	111677
84°	11675	9331306	83-84	111681
85°	9735	9443673	84-85	111686
86°	7791	9555362	85-86	111689
87°	5846	9667053	86-87	111691
88°	3898	9778747	87-88	111694
89°	1949	9890442	88-89	111695
90°	0000	10002137	89-90	111695

Додаток 3

Середня висота снігової лінії, м

Географічна широта, град.	Південна півкуля	Північна півкуля
0-10	4720	4675
10-20	5780	5475
20-30	5300	5475
30-40	3200	4900
40-50	1700	3170
50-60	890	2500

Додаток 3

Таблиця 1. Величина максимальної вологості при різних температурах повітря при наявності достатньої кількості ядер конденсації

Температура, °C	Максимальна абсолютна вологість, г/м ³	Температура, °C	Максимальна абсолютна вологість, г/м ³
-15	1,6	10	9,4
-10	2,4	15	12,9
-5	3,4	20	17,3
0	4,9	25	23,1
5	6,8	30	30,4

ВІДПОВІДІ

Розділ 1. ФОРМА І РУХ ЗЕМЛІ. ВІДОБРАЖЕННЯ ЗЕМЛІ НА КАРТОГРАФІЧНИХ ТВОРАХ

1.1.1. На 23 км 699 м.

1.1.2. На 8 км.

1.1.3. На 50 км 250 м.

1.1.4. Абсолютна висота гори 2500 м.

1.1.5. Потрібно піднятися на 286,5 м на вершиною гори.

1.1.6. Острів буде видно, оскільки радіус видимого горизонту для спостерігача становитиме 5,76 км, а з віддаленого острова з поверхні він становив би 3,57 км, що у сумі 9,33 км.

1.2.1. 28° пн. ш. і 46° сх. д.

1.2.2. 45° пд. ш. і 92° зх. д.

1.2.3. 52° пн. ш. і 96° сх. д.

1.2.4. 46° пд. ш. і 77° зх. д.

1.2.5. 56° пн. ш. і 148° сх. д. та 56° пд. ш. і 32° зх. д.

1.2.6. 45° пн. ш. і 18° сх. д. та 45° пд. ш. і 162° зх. д.

1.2.7. ...° пд. ш. і ..° зх. д.

1.2.8. 1: 40000000, в 1 см – 400 км.

1.2.9. 1: 100000000, в 1 см – 1000 км.

1.2.10. 1: 12500000, в 1 см – 125 км.

1.2.11. ...° пд. ш. і ..° зх. д.

1.2.12. 1: 40000000, в 1 см – 400 км.

1.2.13. 1: 80000000, в 1 см – 800 км.

1.2.14. 1: 100000000, в 1 см – 1000 км.

1.2.15. 1450 км.

1.2.16. 2,6 см.

1.2.17. 1: 50000000, в 1 см – 500 км

1.3.1. 7 год 20 хв.

1.3.2. 5 год 20 хв.

1.3.3. 13 год 39 хв.

1.3.4. 19 год 51 хв.

1.3.5. 4 год 32 хв.

1.3.6. 14 год 14 хв.

1.3.7. 19 год 15 хв.

1.3.8. 18 год 34 хв.

1.3.9. 17 год 01 хв.

1.3.10. 17 год 01 хв.

1.3.11. 5 год 06 хв.

1.3.12. 53 хв.

1.3.13. 10 год 32 хв.

1.3.14. 5 год 56 хв.

1.3.15. 38 хв.. д.

1.3.16. 4 год 24 хв.

1.3.17. 1: 40000000

1.3.18. поясний 22 год 24 хв., місцевий 22 год. 44 хв.

1.4.1. 38,5°.

1.4.2. 70°.

1.4.3. 16,5°.

1.4.4. у Ріо-де-Жанейро 21 березня сонце світить опівдні на 7° вище, ніж у Каїрі.

1.4.5. у Кілії 22 червня сонце світить опівдні під кутом 68 °, тобто більшим, ніж на екваторі (66,5°).

1.4.6. 44,5°.

1.4.7. 20,25° пд. ш.

1.4.8. 35° пн. ш.

1.4.9. 18° пд. ш. або 22° пн. ш.

1.4.10. 58° пн. ш. та 42° пд. ш.

1.4.11. 18° пд. ш.

1.4.12. 5 год. 12 хв.

1.4.13. 7 год. 46 хв.

1.4.14. 9 год 22 хв

1. 4.15. 5 год. 51 хв.

1. 4.16. 19 год. 31 хв.

1.4.17. 26° сх. д.

1.4.18. 26,25° сх. д.

1.4.19. 8 год. 10 хв.; населений пункт знаходиться північніше Дніпропетровська, оскільки у осінньо-зимову пору тут тривалість дня менша.

1.4.20. 5 год. 06 хв.; населений пункт знаходиться південніше Вінниці, оскільки у весняно-літню пору тут тривалість дня менша.

1.4.21. 10 год. 08 хв.

1.5.1. 61,9° пн. ш. і 43,3° сх. д.

1.5.2. 73,2° пд. ш. і 43,2° зх. д.

1.5.3. 25° пн. ш. і 46° сх. д.

1.5.4. 21,7° пн. ш. і 41° сх. д.

1.5.5. 21° пн. ш. і 39,2° зх. д.

1.5.6. 42,1° пд. ш. і 158° сх. д.

1.5.7. 47° пд. ш. і 163,8° зх. д.

1.5.8. 49,7° пд. ш. і 161° зх. д.

1.5.9. 824,4 км.

1.5.10. 4318 км.

1.5.11. 83 км.

- 1.5.12. 1:250000000; в 1,27 рази більший головного.
 1.5.13. 1:500000000; в 1,66 рази більший головного.
 1.5.14. в 1,27 рази більший головного
 1.5.15. в 1,4 рази більший головного.
 1.5.16. в 1,1 рази більший головного.
 1.5.17. 1:250000000; в 1,27 рази більший головного.
 1.5.18. 1:400000000; в 1,27 рази більший головного.
 1.5.19. 1:157000000.
 1.5.20. 1:300000000; в 1,27 рази більший головного.
 1.5.21. в 1,15 рази менший головного.
 1.5.22. в 1,65 рази менший головного.
 1.5.23. головний - 1:250000000; середній - 1:181300000;
 1.5.24. головний - 1:400000000; середній - 1:658100000;
 1.5.25. головний - 1:250000000; середній для відрізка екватора - 1:159200000;
 1.5.26. 6,33 см².

Розділ 2. ПЛАН МІСЦЕВОСТІ І ТОПОГРАФІЧНІ КАРТИ

2.1.1. 1 : 2000.

2.1.2. 1,7 рази.

2.1.3. 1,7 рази.

2.1.4. більша на 88 м.

2.1.5. на 52,5 м.

2.1.6. на 117 м.

2.1.7. РК - 69°, КТ - 141°, ТА - 101°.

2.1.8. ВМ - 35°, МВ - 215°; на 180°.

2.1.9. 9.

2.1.10. найнижча точка Р (632 м); вона нижча А на 80 м, В на 170м, Т на 90 м.

2.1.11. найвища точка В (802 м); найнижча точка М (567 м); різниця висот 235 м.

2.2.1. $X_T = 6066725$, $Y_T = 4312100$; $\varphi_T = 54^\circ 41'59''$ пн. ш., $\lambda_T = 18^\circ 05'06''$ сх. д.

2.2.2. $X_{\text{Мих.}} = 6068150$, $Y_{\text{Мих.}} = 4312850$; $\varphi_{\text{Мих.}} = 54^\circ 42'09''$ пн. ш., $\lambda_{\text{Мих.}} = 18^\circ 05'45''$ сх. д.; $X_K = 6066475$, $Y_K = 4312400$; $\varphi_K = 54^\circ 40'06''$ пн. ш., $\lambda_K = 18^\circ 05'31''$ сх. д.; $X_{\text{Мих.}} - X_K = 1675$, $Y_{\text{Мих.}} - Y_K = 450$.

2.2.3. $X_{\text{верш.}} = 6066775$, $Y_{\text{верш.}} = 4311850$; Відстань вершини від екватора 6066 км 775 м, а від середнього меридіану геодезичної зони 188 км 150 м.

2.2.4. $X_{\text{буд.}} = 6066475$, $Y_{\text{буд.}} = 4311600$; $\varphi_{\text{буд.}} = 54^\circ 41'16''$ пн. ш., $\lambda_{\text{буд.}} = 18^\circ 04'37''$ сх. д.; $X_{\text{горба}} = 6064750$, $Y_{\text{горба}} = 4311925$; $\varphi_{\text{горба}} = 54^\circ 40'19''$ пн. ш., $\lambda_{\text{горба}} = 18^\circ 05'03''$ сх. д.; Будиночок лісника знаходиться відносно горба на 57'' північніше та на 26'' західніше горба.

2.3.1. $A_{\partial 1-2} = 40^\circ$; $A_{M 1-2} = 44^\circ$; $R_{1-2} = 40^\circ$ ПнСх.

2.3.2. $A_{\partial 1-2} = 230^\circ$; $A_{M 1-2} = 224^\circ$; $R_{1-2} = 50^\circ$ ПдЗх.

2.3.3. $A_{\partial 1-2} = 286^\circ$; $A_{M 1-2} = 281^\circ$; $R_{1-2} = 74^\circ$ ПнЗх.

2.3.4. $A_{\partial 1-2} = 94^\circ$; $R_{1-2} = 40^\circ$ ПнСх; $\gamma = 2^\circ$ зх.; $\delta = 6^\circ$ зх.

2.3.5. $A_{\partial 1-2} = 190^\circ$; $R_{1-2} = 10^\circ$ ПдЗх; $\gamma = 2^\circ$ зх.; $\delta = 2^\circ$ сх.

2.3.6. $\alpha_{2-1} = 220^\circ$; $A_{M 2-1} = 227^\circ$; $R_{2-1} = 42^\circ$ ПдЗх.

2.3.7. $\alpha_{2-1} = 32^\circ$; $A_{M 2-1} = 39^\circ$; $R_{2-1} = 34^\circ$ ПнСх.

2.3.8. $A_{\partial 1-2} = 118^\circ$; $\alpha_{1-2} = 116^\circ$; $R_{1-2} = 62^\circ$ ПдСх.

2.3.9. $A_{\partial 1-2} = 327^\circ$; $\alpha_{1-2} = 325^\circ$; $A_{M 1-2} = 333^\circ$.

2.3.10. $X_2 = 6066800$, $Y_2 = 4313400$; $\alpha_{1-2} = 45^\circ$; $A_{\partial 1-2} = 43^\circ$; $A_{M 1-2} = 46^\circ$; $R_{1-2} = 43^\circ$ ПнСх.

2.3.11. $X_2 = 6065700$, $Y_2 = 4310850$; $\alpha_{1-2} = 225^\circ$; $A_{\partial 1-2} = 227^\circ$; $A_{M 1-2} = 234^\circ$; $R_{1-2} = 47^\circ$ ПдЗх.

2.3.12. $X_2 = 6068237$, $Y_2 = 4313300$; $A_{\partial 1-2} = 32^\circ$; $A_{M 1-2} = 36^\circ$; $R_{1-2} = 32^\circ$ ПнСх.

2.3.13. $X_2 = 6068000$, $Y_2 = 4312400$; $\alpha_{2-1} = 150^\circ$; $A_{M 2-1} = 145^\circ$; $R_{2-1} = 28^\circ$ ПдСх.

2.3.14. Відстань 500 м; масштаб 1: 25000; $A_{\partial 1-2} = 328^\circ$; $A_{M 1-2} = 332^\circ$; $R_{1-2} = 32^\circ$ ПнЗх.

2.3.15. $Y_2 = 4314900$; $A_{\partial 2-1} = 125^\circ$; $A_{M 2-1} = 119^\circ$; $R_{2-1} = 55^\circ$ ПдСх.

2.4.1. числовий масштаб топографічної карти 1: 50000.

2.4.2. числовий масштаб топографічної карти 1: 25000.

2.4.3. числовий масштаб топографічної карти 1: 10000.

2.4.4. числовий масштаб топографічної карти 1: 10000, а довжина саду зросла на 70 м.

2.5.1. сонце зійшло за румбом $7,5^\circ$ ПнСх.

2.5.2. сонце зійшло за румбом 24° ПдСх.

2.5.3. сонце зійшло за румбом $22,5^\circ$ ПдЗх.

2.5.4. сонце зійшло за румбом 38° ПдСх.

2.5.5. довжина всього маршруту 36 км.

2.5.6. довжина відтинку маршруту 6,708 км; азимут дійсний 316° .

Розділ 3. ПРИРОДНІ ОБОЛОНКИ ЗЕМЛІ

1. ЛІТОСФЕРА

3.1.1. 67,15%

3.1.2. 4 рази.

3.1.3. кисень – $12,88 \cdot 10^{18}$ т, кремній – $7,84 \cdot 10^{18}$ т, алюмінію – $2,24 \cdot 10^{18}$ т, заліза – $1,68 \cdot 10^{18}$ т

3.1.4. 0,72%.

3.1.5. 0,08%.

3.1.6. 24,7%.

3.1.7. 54°C.

3.1.8. 3,4° на 100 м.

3.1.9. Євразія – 17,56%, Північна Америка – 27,96%, Австралія – 35,52%

3.1.10. 13,26%.

3.1.11. 260,65 м.

2. АТМОСФЕРА

3.2.1. 8%

3.2.2. 5832 МДж/м² за рік; 23%;

3.2.3. 1,86 рази

3.2.4. 155 год.

3.2.5. 46 МДж/м² за рік.

3.2.6. 1,36 рази

3.2.7. альbedo 21%, поглинута радіація 3318 МДж/м².

3.2.8. 1,19 рази

3.2.9. 30%

3.2.10. 34,8%, 65,2%; 1728 МДж/м² за рік 30%

3.2.11. Абсолютна висота хребта 1500 м.

3.2.12. у південній півкулі вершина на 1600 м, а у північній на 130 м вища снігової лінії.

3.2.13. – 35°; на 20° більша.

3.2.14. – 6,8°

3.2.15. на зміну антициклону прийшов циклон, оскільки тиск приведений до рівня моря змінився із 770 мм до 745,5 мм рт.ст.

3.2.16. у 2 рази.

3.2.17. 710 мм

3.2.18. на 7,6 г/м³ у липні більша, ніж у січні.

3.2.19. у липні у 4,25 рази більша, ніж у січні.

3.2.20. на 27,4% знизиться

3.2.21. при підвищенні температури відносна вологість на 32,3% знизиться, а при охолодженні зросте на 25%, а 3,6 г води з кожного м³ перетвориться у краплинки води

3.2.22. 20, 4%.

3.2.23. 453 мм

3.2.24. річна кількість опадів у Пекіні 500 мм, у Оттаві 990 мм.

3. ГІДРОСФЕРА

3.3.1. 71 м.

3.3.2. 10,54%

3.3.3. 58,27%

3.3.4. 13,187%

3.3.5. 7500 км³.

3.3.6. 9230000 км³; 23,2%.

3.3.7. хлориди 3361,76 * 10⁶т; сульфати 440,22 * 10⁶т;

3.3.8. 0,0059%, 0,00585%, 0,00008%.

3.3.9. 6750500 т; 1,59 т/м².

3.3.10. 11,4‰; середня глибина була 185,3 м, а максимальна – 1027 м.

3.3.11. 16,6 см.

3.3.12. 60 см/км.

3.3.13. у 270,6 разів.

3.3.14. 2 м.

3.3.15. на 4,235 км³ більше.

4. БІОСФЕРА

3.4.1. 3,99 т/га

3.4.2. 103,84 см.

3.4.3. дуб 85 л/день, осика – 66 л/день, а береза – 63,3 л/день.

3.4.4. 3 млн м³

3.4.5. 160 кг.

Розділ 4. СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ГЕОГРАФІЯ

1. НАСЕЛЕННЯ

4.1.1. – 10,5 на 1000 осіб.

4.1.2. 0,3 на 1000 осіб.

4.1.3. зменшився у 1993 році у порівнянні з 1992 роком на 4,6 на 1000 осіб.

4.1.4. зменшилося на 2,8‰; – 5,65 на 1000 осіб.

4.1.5. 0,965%.

4.1.6. зросте з 8,23 до 10,26 на 1000 осіб.

4.1.7. частка Африки у населенні світу зросте на 6,8%, а Європи зменшиться на 3,1%.

4.1.8. в Індії проживатиме на 200 млн осіб більше, ніж у Китаї

4.1.9. середня тривалість життя у більш розвинутих країнах мала б становити

79,4 роки, а менш розвинутих 74,1 року.

4.1.10. 0–14 років – 50%; 15–64 роки – 47,9%, 65 років і більше – 2,1%.

4.1.11. 0–14 років – 11,48%; 15–64 роки – 53,17%, 65 років і більше – 35,35%.

4.1.12. осіб віком до 14 років зменшиться на 1,2%, а осіб віком 60 років і більше зросте на 17,5%.

4.1.13. на 3850 млн осіб.

4.1.14. 34,8%.

4.1.15. 2,55%.

4.1.16. густота 55,6 осіб/км², а рівень урбанізації – 49,6%.

4.1.17. в Аргентині на 26,9 млн осіб більше, ніж у Бельгії.

4.1.18. від ЕАН – 8,25%, а від усього населення вікової групи 15-70 років – 5,14%.

4.1.19. у 5,24 рази менше.

2. ГОСПОДАРСТВО

4.2.1. у 4,64 рази у Китаї менше.

4.2.2. 3912,8 млн. т.

4.2.3. близько 75 років.

4.2.4. 13,4 млн штук.