

Електронний варіант підручника

Федорищак Р.П.

Загальне

землезнавство.

К.: Вища школа, 1995

ЗМІСТ

Вступ.

Глава 1. Коротка історія розвитку знань про Землю

- 1.1. Зародження географії в античному періоді
- 1.2. Стан географії і землезнавства в середні віки
- 1.3. Епоха Великих географічних відкриттів
- 1.4. Формування галузей географічної науки.
- 1.5. Географія на сучасному етапі

Глава 2. Земля в космічному просторі

- 2.1. Гіпотези про походження Землі
- 2.2. Основні риси будови Всесвіті
- 2.3. Характеристика планет Сонячної системи
- 2.4. Астероїди, метеорити, комети
- 2.5. Поняття про географічний простір

Глава 3. Загальні відомості про Землю

- 3.1. Форма і розміри планети
- 3.2. Гравітаційне поле Землі
- 3.3. Земний магнетизм
- 3.4. Внутрішня будова Землі
- 3.5. Добове обертання Землі
- 3.6. Річний рух Землі
- 3.7. Рух Землі і календар
- 3.8. Географічна оболонка Землі

Глава 4. Літосфера

- 4.1. Типи земної кори
- 4.2. Хімічний склад кори
- 4.3. Історія розвитку земної кори
- 4.4. Вулкани
- 4.5. Землетруси
- 4.6. Поняття про геосинкліналі та платформи
- 4.7. Утворення материків і океанів
- 4.8. Сучасні особливості розподілу суші і моря
- 4.9. Форми земної поверхні
- 4.10. Рельєф океанічного дна
- 4.11. Гіпсографічна крива

Глава 5. Атмосфера

- 5.1. Склад повітря
- 5.2. Будова атмосфери
- 5.3. Радіація в атмосфері
- 5.4. Тепловий баланс Землі
- 5.5. Температури повітря
- 5.6. Баричне поле Землі і вітер
- 5.7. Загальна циркуляція атмосфери

- 5.8. Місцеві вітри
- 5.9. Повітряні маси і фронти
- 5.10. Розподіл хмарності та опадів

Глава 6. Гідросфера

- 6.1. Загальна характеристика
- 6.2. Кругообіг води
- 6.3. Світовий океан і його поділ
- 6.4. Солоність і хімічний склад вод
- 6.5. Циркуляція вод океаносфери
- 6.6. Ріки
- 6.7. Озера
- 6.8. Підземні води
- 6.9. Льодовики
- 6.10. Вічна мерзлота

Глава 7. Біосфера

- 7.1. Загальні відомості
- 7.2. Виникнення і еволюція біосфери
- 7.3. Жива речовина
- 7.4. Біологічний кругообіг речовин
- 7.5. Вуглець у біосфері
- 7.6. Ґрунти і їх роль у біосфері
- 7.7. Ноосфера – сфера розуму

Глава 8. Вплив людини на навколишнє середовище

- 8.1. Демографічна проблема
- 8.2. Світова продовольча криза
- 8.3. Екологічні проблеми сільського господарства
- 8.4. Антропогенні зміни навколишнього середовища

Географічна номенклатура

Список рекомендованої літератури

ВСТУП

Загальне землезнавство – одна з фундаментальних наукових дисциплін географічної освіти. Роль цієї важливої галузі географічної науки невідомо зростає у зв'язку з екологізацією освіти, на всіх її рівнях, потребою розробки заходів з охорони природи нашої унікальної планети і впровадження їх у всі сфери діяльності людини.

Нині, коли екологічні проблеми стали реальною загрозою-для дальшого здорового існування живих організмів, важливе значення має узагальнення результатів досліджень впливу людства на планетарні географічні процеси, пізнання і реалізація можливостей управління цими процесами з метою збереження навколишньої природи, відвернення екологічної катастрофи.

Краще пізнати планету-Земля, зрозуміти закони природи допоможе курс загального землезнавства. Об'єктом вивчення цієї наукової дисципліни є географічна оболонка Землі—зовнішній шар планет, в якому дотикаються, взаємопроникають і взаємодіють між собою літосфера, гідросфера, атмосфера і біосфера. Формування і розвиток оболонки відбуваються під одночасним і при цьому дуже суперечливим впливом внутрішніх і зовнішніх сил Землі. Постійна взаємодія ендогенної енергії, джерелом якої є внутрішнє тепло Землі, з екзогенною енергією, або енергією Сонця, робить усі фізико-географічні процеси в оболонці надзвичайно напруженими і різноманітними, вони перебувають у постійному розвитку.

Географічна оболонка є колискою життя на Землі. Лише на певному етапі її еволюції змогли виникнути живі організми. Вершиною розвитку біосфери стала поява людини. Одночасно під впливом господарської діяльності людини поступово змінюється природний розвиток як окремих компонентів, так і оболонки в цілому. Антропогенний вплив на навколишнє середовище досяг нині нечуваних масштабів і проявляється в усіх куточках планети. Тому глибоке і широке вивчення законів розвитку природи має дуже велике практичне значення для збереження Землі.

Розглядаючи природу як єдине взаємопов'язане і взаємообумовлене ціле, посібник націлює читача на вивчення географічних законів розвитку природи і способів оволодіння ними з метою використання їх у практичній діяльності. Особлива увага приділяється сучасним екологічним проблемам охорони навколишнього середовища в умовах інтенсивної господарської діяльності.

Автор із вдячністю сприйме всі критичні зауваження і побажання щодо удосконалення даного посібника.

Г л а в а 1

КОРОТКА ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ЗНАТЬ ПРО ЗЕМЛЮ

1.1. Зародження географії в античному періоді

Назва «географія» походить від грецьких слів - Земля і – писати. Її першим використав у науковій літературі давньогрецький учений Ератосфен. Сталося це у III ст. до н. е. Проте було б помилково вважати, що географія виникла саме в той час. Люди задовго до Ератосфена цікавились таємницями природи своєї місцевості. Уявлення багатьох поколінь людей про навколишній світ

склалися поступово. Історія географічних знань—це самостійна наука, яка веде літопис людських зусиль для одержання якомога більшої кількості наукових і практичних відомостей про своє оточення та інші регіони земної кулі.

Поступово, з розвитком первіснообщинного суспільного ладу і особливо в епоху рабовласницького, з'являються перші вчені, що роблять спроби пояснення природних явищ. Саме в цю епоху були написані перші наукові праці та почали розвиватися географічні знання. І хоча донині збереглися лише деякі з творів давніх мислителів, філософів, поетів, зміст їх дозволяє судити нам про рівень знань людей того часу, дає можливість об'єктивно оцінити багатовіковий тернистий шлях географічної науки від примітивних уявлень первісних людей до сучасного розуміння складних взаємозв'язків та закономірностей, що існують в природі.

Першим літературним географічним документом можна вважати величну епічну поему «Одіссея». Написана вона легендарним поетом Стародавньої Греції Гомером, як гадають, в VII—VIII ст. до н. е. В ній дано географічний опис окраїнних районів відомого тоді світу. Варто відмітити, що і сьогодні географи-історики ще не в змозі ідентифікувати місцевість, де мандрував Одісей на його шляху до свого дому, в Ітаку, після падіння Трої. Є підстави думати, що Гомером описано Мессінську протоку, острови поблизу узбережжя Африки, або які-небудь інші добре відомі території.

Першим ученим Стародавньої Греції, який зайнявся вимірюванням і визначенням місцеположення об'єктів на поверхні Землі, був Фалес Мілетський (близько 625—547 рр. до н. е.). Його захоплювали таємниці Всесвіту і він стверджував, що все у світі створено з різних форм води. Фалес уявляв собі Землю у вигляді диска, що плаває на воді.

Сучасник Фалеса Мілетського Анаксимандр (610-540 рр. до н. е.) познайомив давніх греків з гномоном (прилад, що ми називаємо сонячним годинником). Цей прилад був винайдений у Вавилонії. Він являє собою стержень, вертикально закріплений на горизонтальній площині. На ній регулярно відмічають положення Сонця за довжиною і напрямком. Тіні від стержня. За допомогою гномона можна визначити полудень, напрямок північ-південь або положення на місцевості меридіана (лат. *Tegidianis* – полуденний), дні весняного і осіннього рівнодення.

Анаксимандр намалював першу карту світу з використанням масштабу. На карті Анаксимандра в центрі була розміщена Греція, яку оточували відомі грекам землі Європи та Азії, що омивалися водами океану. Що стосується піктографічних карт міст, складених в державі шумерів ще в 2700 р. до н., е. То на них масштаб не зазначено. Весь світ на цих картах обмежувався Месопотамією.

Основоположником історичної географії називають Геродота (484-425 рр. до н. е.), який зробив спробу відтворити минулу географічну реальність і простежити географічні зміни за часом. Геродот багато мандрував. Він здійснив подорожі по узбережжю Середземного моря до південної Італії, плавав у Понт Евксінський (Чорне море), досягнувши гирла Істра (Дунаю).

Звідси Геродот подається в захоплюючу подорож у долини Дніпра і Дону. Побував він у Вавилонії і Єгипті, плавав уверх по Нілу. В його працях знайшли відображення особисті спостереження про особливості природи окремих місцевостей, зокрема Північного Причорномор'я. У Скіфії найбільше вразили Геродота численні ріки тому він їх описав особливо детально, мальовничо й цікаво. Наведемо для прикладу його подорожні замітки про Борисфен—так тоді називався Дніпро: «Бори сфен – найбільша з рік Скіфії після Істру. На нашу думку, він найбільш плодovitий не лише між скіфськими ріками. Він же має найкращі і найпридатніші для худоби пасовиська, він же має щонайбільше доброї риби. Вода з нього найприємніша для пиття; він пливе-чистий між іншими мутними. Над його берегами найкращі посіви; в місцях де не сіяно, родить висока трава. У його гирлі нагромаджується сама по собі величезна кількість солі. У ньому водяться великі, риби без костей, що звуться антакеї, і багато іншого, гідного подиву... Лише у цієї ріки, та ще у Нілу,, я не можу вказати місць, звідки вони витікають».

Геродот зумів правильно пояснити деякі природні процеси, що відбуваються на Землі. Так, він справедливо вважав, що дельта Нілу утворена відкладами цієї ріки в Середземному морі. Використовуючи методи історичної географії, він реконструював давню берегову лінію і показав, що багато міст, які були колись портами, розташовані зараз далеко від узбережжя. Він також констатував, що вітри дмуть із холодних місць в більш теплі. Таким чином, Геродот установив зв'язок між температурою повітря і напрямком руху вітру.

Греки античного періоду не тільки, подорожували. в невідомі землі сушею, але й здійснювали далекі плавання вздовж берегів Егейського і Середземного морів, а інколи виходили навіть у прибережні води Атлантичного океану. На основі досвіду плавань. морськими мандрівниками склалися перипли — примітивні географічні описи узбереж. В них відмічалися умови плавання, давалися вказівки з навігації. наводилися відстані, рекомендовані курси, небезпечні місця, повідомлялися деякі відомості про населені пункти, прибережні народи, предмети торгівлі тощо. По суті, перипли були лоціями, вони відповідали потребам каботажного (прибережного) плавання. В периплі Піфея (IV ст. до н. е.) міститься опис північної окраїни Європи — міфічної країни Тули, а в периплі Скілака (VI—V ст. до н. е.) дається навіть частковий опис шляху в Індію.

Яка Земля—кругла чи пласка? Люди часів Гомера і близьких до них століть уявляли собі Землю у вигляді диска або, точніше, у вигляді круглого випуклого щита, що омивається океаном. Останній, в свою чергу, уявлявся у вигляді великої ріки, яка обтікає земний диск і служить джерелом води на землі. Води ці проникають нібито з ріки-океану в підземні глибини і виходять потім з отворів у суші на її поверхню у вигляді джерел. Суша, що омивалась океаном, була відома тоді лише в тих країнах, які оточували Середземне і Чорне моря. На окраїнах Землі-диска були уже землі невідомі і фантастичні. Але вже в глибокій давнині утвердився звичай ділити обжиту Землю на три частини, яким були дані назви—Європа, Азія і Лівія (пізніше Африка). Поділ цей проводився через Егейське море, Азія означала східну сторону, а Європа

— західну. Спочатку ці назви стосувалися лише островів І західного узбережжя Малої Азії (сторона, де сходить Сонце) і материкової Греції (сторона, де заходить Сонце). Поступово обидві назви поширилися і на віддаленіші частини відповідних материків. Границею між Азією і Європою була спочатку р. Фазис (Ріоні), пізніше р. Танаїс (Дон), останній виконував цю роль до XVIII ст. Границя між Азією і Лівією проходила по Нілу.

Відголоски цього зображення Землі ми знаходимо і на середньовічних так званих Т-подібних колесоподібних картах. Так вони називалися тому, що всередині округлої суші чітко вимальовувалася буква «Т», яка зображала водні масиви. Вертикальна частина «Т» позначала Середземне море, а горизонтальна (вершина) —Егейське і Чорне моря—з лівого боку, Ніл і Червоне море—з правого. Центром обжитого світу,, що містився над центром «Т», був Єрусалим. Карти орієнтувалися сходом на північ, бо тут, за межами населеного світу, вважалося, знаходився рай. Ці карти відомі ще під назвою монастирських карт.

— складалися вченими, що працювали в монастирях.

Зображення Землі у вигляді кола залишалося довго найпоширенішим, але серед деяких грецьких філософів і вчених воно було визнано як таке, що не відповідає дійсності. Так, Геродот насміхався над звичайними уявленнями, що Земля схожа на правильний диск. На його думку, границі Землі невідомі, тільки на заході вони обмежені океаном. Ідея кулястості вперте була обґрунтована Піфагором і його школою на основі лише теоретичних положень. Земля повинна мати найдосконалішу форму, а такою вони вважали саме кулю.

Важливі докази кулястості Землі зумів навести Арістотель (384-322 рр. до н. е.). Він звернув увагу на те, що під час місячних затемнень Земля відкидає на поверхню Місяця колоподібний край тіні. Крім того, вказував учений, вигляд зоряного неба під час руху змінюється, що може відбуватися лише в тому випадку, якщо спостерігач переміщується по випуклій сфері. Якщо Земля куля, а Сонце обертається навколо неї, то в тих місцях, де Сонце опиняється прямо над толовою, повинно бути дуже жарко.

Приблизно так розмірковуючи, Арістотель дійшов помилкового висновку про неможливість життя людей на екваторі, а також біля полюсів, де панує вічний холод. Люди можуть населяти тільки помірну зону, розташовану між тропічною і полярною зонами. Населена частина Землі була названа Ойкуменою. Незважаючи на помилковість цього твердження, слід відзначити тверду переконаність Арістотеля в тому, що повинна бути і південна помірна зона, але люди північної півкулі не зможуть її досягти через нестерпну спеку в тропічній зоні. Багато античних учених, які поділяли думку Арістотеля про існування південної помірної зони, були впевнені в тому, що вона необжита, ос кілька тамтешнім людям—антиподам—довелося б ходити вниз головою. Арістотель написав книгу «Метеорологіка», в якій викладені фізико-географічні уявлення античних учених. Цю книгу можна розглядати як першу наукову працю з загального землезнавства. В ній він описав причини кругообігу води, вулканічні явища, водний режим деяких рік тощо.

Ім'я Ератосфена (близько 276—194 рр. до н. е.) навічно ввійшло в географічну літературу як людини, що виконала з досить високою точністю обчислення розмірів Землі. Ератосфен написав також книгу «Географічні нотатки», в якій розповідає про Ойкумену. В ній він дає характеристику Європи, Азії, Лівії і п'яťох зон: жаркої, двох помірних і двох холодних. За заслуги в становленні і розвитку географії Ератосфена часто називають батьком географії.

Через кілька десятиріч грек Посідоній (135-51 рр. до н.е.) здійснив повторне вимірювання розмірів Землі. Використовуючи метод, схожий з Ератосфеновим, він одержав приблизно на одну третину менші розміри довжини кола Землі і її радіуса проти близьких до істини даних попереднього дослідника. Як не парадоксально, допущені ним грубі помилки у вимірюванні розмірів Землі зіграли в майбутньому певну роль у відкритті Америки. Справа в тому, що Христофор Колумб (1451-1506), задумуючи добратися морським шляхом до країни прянощів і золота Індії, виходив з розмірів Землі, одержаних Посідонієм, і вважав, що відстань яку йому доведеться подолати, не така вже велика.

Важливий внесок у розвиток географії зробив Гіпарх (2 ст. до н.е.). Йому належить заслуга в розробці теоретичних основ визначення місцеположення будь-якого пункту на земній поверхні. Він же першим розділив коло на 360 градусів. Гіпарх розробив широтно-довготну сітку для поверхні Землі. Екватор, вказував він, це великий круг, який ділить Землю на дві рівні частини так само, як і меридіани, що проводяться крізь полюси. Паралелі в міру наближення до полюсів стають все коротшими. Гіпарх винайшов більш простий у застосуванні прилад для визначення широти, а саме астролябію, замість гномона. Це був круг, розділений на 360 частин, в центрі якого розміщалася здатна до обертання стрілка. Астролябія на кораблі дозволяла визначити широту у відкритому морі шляхом вимірювання кута стояння Полярної зірки або Сонця над горизонтом. Гіпарху довелося першому зіткнутися з проблемою зображення випуклої поверхні Землі на площині. Зробити це непросто, бо сферична поверхня не лягає на пласку без спотворення, потрібно розрізати її або витягнути в різних напрямках. Однак йому все-таки вдалося створити два види проєкцій, обґрунтувавши їх математично.

Стратон, географ та історик, що жив на рубежі старої та нової ер (64-63 рр. н.е.-23-24 рр. н.е.), написав 18-томну "Географію", в якій узагальнив різноманітні географічні відомості своїх попередників. Переважали краєзнавчі ідеї: він досить детально описав різні райони відомого на той час світу. Зібрані ним дані про природу Європи, Азії, Африки призначалися як довідковий матеріал для державних чиновників Римської імперії і військових діячів вищого рангу. Проте урядові чиновники не зуміли скористатися цією багатотомною працею і лише в 6 ст. "Географія" Стратона була відкритою, і з того часу стала цінною для багатьох поколінь географів.

К. Птолемей (II ст. н. е.) багато працював у галузі застосування математики в географічних спостереженнях. Він використав сітку паралелей і

меридіанів, створену Гіппархом, зорієнтував карту північню до верхньої рамки, ввів поняття про широту і довготу. Як основний (нульовий) меридіан він взяв лінію, що проходила в напрямку північ—південь через найбільш західні з відомих тоді островів (Канарські або Мадейра). Складена Птолемеєм карта відомого тоді світу базувалася на неточних даних Посідонія про розміри земної кулі, тому вона спотворювала справжні розміри суші й океану. Межі цього світу на той час уже значно розширилися у порівнянні з попередніми віками, старі уявлення про обжиту землю, як про острів, довелося відкинути і замість цього визнати, що тільки на заході земля обмежена морем. Птолемеєм уже знав, що Каспійське море є замкненим басейном (а не затокою океану), що за Індією є країна Хіна (Китай), звідки привозять шовк, що Ніл бере початок з області великих озер Африки, що в Східній Європі є велика ріка Ра (Волга), яка впадає в Каспій. Але одночасно Птолемеєм ввів у науковий обіг і помилкові уявлення, наприклад, що східний берег Африки загинається на схід і з'єднується з Південною Азією, перетворюючи Індійський океан у замкнений водний басейн. Далекою від дійсності була геоцентрична система світу, опублікована Птолемеєм у праці «Велика побудова». В «Посібнику з географії» вченим були узагальнені географічні знання античного періоду.

1.2. Стан географії і землезнавства в середні віки

Здавалося б, що успішний розвиток географії в античний час створив добрі передумови для її подальшого утвердження в суспільстві. Проте швидке поширення християнської релігії в Європі, глибока віра людей в релігійні постулати змусила їх забути про наукові досягнення великих учених минулого. Зникло з лексики навіть саме слово «географія». Вчені, що знайшли собі притулок в монастирях, не могли більше вести самостійні спостереження й експерименти. Вони повинні були зосередити свої зусилля на тлумаченні фактів, почерпнутих з документальних джерел або взятих з реального життя, згідно з текстами Святого писання. Так поняття про кулястість Землі було відкинуте як логічно неможливе і що не відповідає християнському світогляду. В зображенні Землі повернулися до примітивного уявлення про круг або, згідно з твердженням космографа Козьми Індікоплова (VI ст.), вважали, що Земля має чотирикутну форму, вдвоє більшу в напрямі зі сходу на захід, ніж з півночі на південь. На цьому прямокутнику, в північній його стороні, уявляли собі високу гору, навколо якої ходить Сонце. Коли Сонце рухається перед горою, тоді встановлюється день, заїде воно за горунаступає ніч. Влітку воно здіймається вище і залишається більшу частину часу перед горою. На сході від чотирикутної землі лежить рай, з якого до неї течуть чотири ріки. Над Землею розташоване небо, верхня частина якого відокремлена перегородкою: там живе Бог і звідти ж іде дощ. Зі всіх сторін світу дмуть на Землю поперемінно вітри, які приводяться в рух особливими духами—ангелами.

Проте далеко не всі вчені вірили в таку наївну і просту будову світу. Майже в усі часи знаходилися освічені люди (в період, що описується, їх було дуже-мало), які сповідували як незаперечну істину уявлення про сферичність Землі. Спадкоємцями античної освіченості стали арабські вчені. Вони у зв'язку

з інтенсивною торгівлею, яку вели на просторах від Середземного моря до Китаю і від центральної Африки до Ками, складали описи різних країн, робили градусні вимірювання тощо. Дуже ймовірно, що араби навчилися користуватися компасом у китайців, яким він був відомий ще з давніх часів. Від арабів, можливо, запозичили компас європейці.

Араби були чудовими мореплавцями, їх кораблі плавали по Індійському океану від Малайзійського архіпелагу до східних берегів Африки. Таким чином араби, на відміну від європейців, знали, що люди живуть і на екваторі, і поблизу від нього, а ті з білих мандрівників, які відвідували ці місця, не перетворювалися в чорношкірих під впливом палючих променів Сонця.

Проте існували й інші думки, висловлені в різні часи навіть такими авторитетними ученими, як Арістотель та Ібн Хальдун (1332—1406), які стверджували, що будь-яка людина в цих низьких широтах повинна стати чорною або взагалі загинути.

Значний внесок в астрономію, геодезію і географію був зроблений хорезмським ученим Біруні (973—1048). Він здійснив нову спробу обчислення розмірів Землі шляхом вимірювання кута, під яким видно лінію горизонту з підніжжя і вершини гори. Йому належить думка про геліоцентричну будову світу. Біруні намагався збагнути причини змін клімату, він виступив проти гіпотези Птолемея про замкненість сушею Індійського океану.

Важливу роль в розширенні знань про земну поверхню зіграли нормани—жителі Скандинавського півострова. Їх прийнято ще називати варягами. Нормани в IX ст. відкрили і колонізували Ісландію, в X ст.—Південну Гренландію, а на початку XI ст. одне з невеликих суден під керівництвом Лейфа Еріксона досягло східних берегів Північної Америки. Хоч сталося це майже за 500 років до відкриття Америки Христофором Колумбом, проте європейцям, за винятком деяких північних народів, стало відомо про це значно пізніше.

Цінні географічні знання про особливості природи обширних земель на сході Європи були зібрані слов'янами. Східні слов'яни в IX—XI ст. створили могутню державу—Київську Русь. Культура Київської Русі, що розвивалася на стародавній основі, створеній слов'янським населенням Європи, досягла в цей час високого рівня. Про це свідчать, зокрема досить різносторонні географічні знання наших літописців. Перші письмові відомості географічного характеру наводяться в основному або початковому літописному зведенні, що належить до 1073 р. Ще більше географічної інформації міститься в «Повісті временних літ»—зведенні, складеному в Києві у другому десятиріччі XII ст. і відомому під назвою «Літопис Нестора».

У цьому літописі наводяться різноманітні географічні відомості про територію Русі приблизно до 60°пн.ш. Вже відомо було про існування вододілу, з якого на південь стікає Дніпро, що впадає у Понтське (Чорне) море трьома гирлами; на схід—Волга, що впадає 70 гирлами у Хвалинське (Каспійське) море; на північ—Західна Двіна, що несе свої води до моря Варязького (Балтійського). Цей вододіл на Руській рівнині, що був вкритий

незайманими лісами, мав тоді назву Оковського, або Волоковського, лісу.

Дуже добре описується в літописі шлях «із варяг у греки» — торговельний морський і річковий шлях, що зв'язував північ Європи з Середземномор'ям і частково проходив по ріках Руської рівнини. Опис декількох морських походів «Повісті временних літ» свідчить про те, що наші предки в IX—XI ст. уже мали значний досвід у мореплавстві. Плавання по Чорному морю вимагало знання погодних умов, берегової лінії, морських течій тощо.

Цінним джерелом, що характеризує стан географічних знань на теренах Східної Європи у XII ст., є «Хождение Даниила». Це подорожні нотатки київського ігумена до Святої землі в Палестину, в якому описано природу, господарство, населення різних країв.

У XII ст. від Київської Русі відокремилася Новгородська республіка, що заволоділа всіма північними землями до Уралу. Новгородці здійснювали плавання по Студеному морю (Північному Льодовитому океану), відкрили острови Нова Земля, Вайгач, шлях на Шпіцберген. Рух росіян на північний схід продовжувався в наступних століттях, і в цьому просуванні на невідомі суворі землі почесну роль відігравали промисловці — помори, нащадки перших росіян, які осіли на берегах Стуленого моря.

Треба відзначити, що слов'яни, вікінги та інші народи тривалий час нічого не чули про Арістотеля, Страбона, Птолемея, Ібн Хальдуна і багатьох інших дослідників. Вони нічого не знали про їхні теоретичні концепції щодо Землі як дому людини. Поширенню цінної наукової інформації перешкоджала природна ізоляваність і мовні бар'єри народів, що населяли Землю навіть в межах одного континенту.

Проте в процесі нагромадження фактів про особливості природи своєї і прилеглої місцевості, зібраних тими чи іншими народами, зростав потяг до взаємообміну набутим досвідом і пізнання загальних відомостей про Землю. Розвитку цього інтересу сприяла зростаюча роль торгівлі і подорожі мандрівників по суші між Європою і Азією.

Виходячи з цих позицій, особливо варто відмітити далеку двадцятип'ятирічну подорож венеціанських купців братів Поло і сина одного з них, Марко, здійснену ними в Китай. Марко служив у Китаї, багато мандрував по країні, що дало змогу йому за сімнадцять проведених тут років набути глибокі знання про китайську культуру. З Китаю купці Поло здійснили плавання навколо Південно-Східної Азії, відвідали Цейлон (нині острів і республіка Шрі-Ланка) і південну Індію, а згодом зайшли в Перську затоку. Назад у Венецію всі Поло повернулися в 1295 р. Тут, уже перебуваючи в тюрмі за участь у війні між Генуєю і Венецією, Марко і продиктував розповіді про свої подорожі одному з військовополонених, який записав їх.

Марко Поло не був географом і навіть не здогадувався про цю галузь знання. Він нічого не знав ні про бурхливі дискусії, що точилися навколо питання, про можливість життя в тропічній зоні, ні про розміри земної кулі і все ж його книга зіграла в географії неабияку роль. У Колумба, наприклад, був екземпляр книги Марко Поло, якою він дуже захопився. Цінні відомості про

природу і населення різних регіонів Землі зібрав у першій половині XIV ст. арабський вчений Ібн Баттута — один із найвідоміших мандрівників усіх часів. Свою першу далеку подорож він здійснив, як і багато інших мусульман, в Мекку. В дорозі молодий учений настільки захопився вивченням природи і народів, що вирішив продовжити свій шлях. Ібн Баттута пішов далі на південь по Аравійському півострову, плавав по Червоному морю, відвідав Ефіопію і, продовжуючи рухатись все далі на південь, досяг Кілви, яка лежала всього в 10° від екватора. Там він довідався про існування арабської факторії в Сомалі, яка була розташована майже в 20° на південь від екватора. Таким чином, Ібн Баттута підтвердив те, на чому наполягав ще в X ст. один з перших великих арабських мандрівників Ібн Хаукаль, а саме, що екваторіальна зона Східної Африки не є нестерпно жаркою для людей і що її населяють місцеві племена.

Повернувшись у Мекку, Ібн Баттута невдовзі знову відправився в дорогу, відвідав Багдад—місто, яке було засноване арабами поблизу руїн древнього Вавилону. Далі він подорожує через Персію і землі, прилеглі до Чорного і Каспійського морів, потрапляє, згодом в Бухару і Самарканд, а звідси переходить через високі гори Афганістану в Індію. Влаштувавшись на службу до делійського султана, він мав можливість без перешкод пересуватися по країні, а також побувати на Цейлоні, Суматрі і Мальдівських островах. Згодом султан призначив його послом у Китай. Повернувшись через 25 років з початку своєї подорожі в Фес — столицю Марокко, він здійснює ще одну виснажливу пішу мандрівку через Сахару до ріки Нігер, де йому вдалося зібрати важливі відомості про негритянські племена, що жили в цьому районі. Свої багаті враження про численні подорожі Ібн Баттута виклав у книзі. На жаль, ця книга, написана арабською мовою, була недоступною для європейських учених.

У XV ст. були одержані нові відомості про Індію. Серед мандрівників, які відвідали цю країну, особливо виділяються венеціанський купець Ніколо Конте (він побував в Індії між 1419—1444 рр.) і тверський купець Афанасій Нікітін, який здійснив свою подорож з 1466 по 1472 роки і був одним з перших європейців, що проникли у глибину цієї країни в пошуках вигідної торгівлі. В записках, названих «Хождение за три моря», наведено багато цікавих відомостей про жителів Індії і про її природу.

Як видно з наведеного матеріалу, розвиток географії в середні віки (що охоплює період з V по XV ст.) не припинявся. В різних частинах Землі люди шляхом спостережень накопичували все нові важливі дані, але із-за відсутності тісних контактів між різними народами географічні знання дуже повільно ставали загальним надбанням. В християнській Європі нічого не знали про подорожі вікінгів, бо ті не писали книг. У європейців були суперечливі документи про далекі і невідомі країни, але які з них відповідали дійсності, а які були лише плодом фантазії? На ці та багато інших питань з ясністю ніхто не в змозі був відповісти, бо цей час тільки передував епосі Великих географічних відкриттів.

1.3. Епоха Великих географічних відкриттів

У XV ст. вчені вже були переконані, що Земля — це куля, а деякі з них

стверджували, що нема на ній такого місця, куди б не могла проникнути людина. На той час було досягнуто значних успіхів у промисловості, техніці, мореплавстві, військовій справі. Це створювало необхідні передумови для пошуків морських шляхів в Індію. Голови європейців полонила думка про можливість відкриття невідомих земель. Прагнення людей пізнати, як побудований світ, підкріплювалося бажанням поширення християнства і, особливо, можливостями поповнити запаси дорогоцінних металів і прянощів.

Початок Великим географічним відкриттям зробила Португалія. Перші морські експедиції були Організовані принцом Генріхом, прозваним Мореплавцем. Під його керівництвом в 1415 р. кораблі перепливли Гібралтарську протоку і рухалися вздовж західних берегів Африки. Далеко на південь каштани кораблів запливати, не наважувалися, бо команди боялися наблизитися до небезпечного екватора.

Принц Генріх помер в 1460 р., але справу, за яку він взявся, продовжили нові експедиції. Запливаючи все далі на південь, португальці врешті-решт досягли південної окраїни материка. Пощастило це вперше зробити мореплавцю Бартоломеу Діашу, який в 1487—1488 рр. підійшов до мису Доброї Надії. В 1497—1498 рр. відбулася грандіозна експедиція Васко да Гама. Обігнувши з півдня Африку і рухаючись далі вздовж східних берегів, він, скориставшись послугами арабського лоцмана, досяг західних берегів Індії. Згодом португальці спорядили ще декілька експедицій, маршрути яких пролягали все далі на схід.

Дещо раніше експедиції Васко да Гама, в 1492 р., почалася перша іспанська морська експедиція під керівництвом Христофора Колумба. Не сумніваючись в кулястості Землі, Колумб запропонував іспанському королю свій проект досягнення берегів Індії. За час цієї і наступних експедицій, здійснених з 1492 по 1504 р., Колумбом було відкрито багато з Багамських островів, Кубу, Гаїті і північне узбережжя Південної Америки. Відкриті ним землі Колумб До кінця життя (1506) вважав частиною східної Азії, хоч йому не вдалося виявити тут будь-яких ознак розвиненої цивілізації, про які повідомляв Марко Поло. Його впевненість підкріплювалася тим, що південне узбережжя Куби і береги Центральної Америки відхиляються на південний захід так само, як і узбережжя Азії, показане на карті Птолемея. Почувши від Індіанців, що родовища золота містяться недалеко на заході і що далі лежить ще один океан, Колумб вирішив, що це і повинен бути Індійський океан.

Колумб першим з мореплавців виявив закономірності руху повітряних мас над Атлантичним океаном і скористався ними. Плавання в сторону Америки він здійснював у низьких широтах, використовуючи східні вітрові течії пасатів, а при поверненні кораблів назад направляв їх у помірні широти, де переважають західні вітри.

В 1501—1502 рр. Амеґіо Веспуччі, який брав участь в одній з португальських експедицій, обстежив і описав узбережжя Бразилії, дійшовши до гирла ріки Ла-Плати. Як це не парадоксально, але саме його Ім'я, а не першовідкривача Америки, дало назву величезному континенту.

Майже одночасно з Колумбом, в 1497 р., також у пошуках морського

шляху в Індію і Китай, відправився в далеку подорож Джон Кабот, що служив на англійському флоті. Він повторно (першими це зробили нормани) відкрив Гренландію і Лабрадор, а його син Себастьян заплив на середину Гудзонової затоки.

Після відкриття берегів Нового світу почався процес завоювання внутрішніх районів Центральної і Південної Америки: в 1519 р. Кортес захоплює Мексику, в 1524—1531 рр. Піссаро проникає в країну інків. У гонитві за золотом ніякі перешкоди не могли зупинити європейців. Обманом і насиллям конкістадори захоплювали землі, що належали місцевому населенню і оголошували їх володіннями Іспанської корони. Аборигенів вони знищували, або перетворювали у безправних поневоленних.

Коли з'ясувалося, що відкриті землі не мають нічого спільного ні з Індією, ні з Китаєм, Іспанія спорядила чергову експедицію з п'яти кораблів на чолі з Фернаном Магелланом. Під час її плавання (1519—1522) була відкрита протока з Атлантичного океану в Тихий, названа пізніше ім'ям Магеллана. Сміливі мореплавці вперше перепливли Тихий океан і досягли Філіппінських островів. Плаваючи раніше на португальських кораблях, Магеллан уже відвідав Молукські острови, розташовані на схід від Філіппін.

Таким чином, Магеллан став першою людиною на Землі, що здійснила кругосвітнє плавання. На превеликий жаль, тут же, на Філіппінах, у сутичці з аборигенами Магеллан був убитий. Після того один з його кораблів з досить символічною назвою «Вікторія» під командою Хуана Себастьяна Елькано продовжив плавання через Індійський океан, обійшов з півдня Африку і 30 квітня 1522 р. повернувся в Іспанію. Так завершилася перша кругосвітня подорож.

Величезним науковим досягненням цього періоду є відкриття М. Коперником (1473—1543) геліоцентричної системи, описаної в його безсмертному творінні «Про обертання небесних тіл». Проте, описуючи рух планет навколо Сонця, він продовжував, слідуючи Птолемею, вважати їх орбіти круговими. В 1618 р. була опублікована праця німецького астронома Й. Кеплера, в якій стверджувалося, що планети рухаються не по кругових, а по еліптичних орбітах. В 1623 р. Г. Галілей навів докази, що підтверджували теорію М. Коперника, чим викликав бурю гніву з боку церкви. Нарешті, у 1686 р. І. Ньютон сформулював закон всесвітнього тяжіння. Ці наукові відкриття поклали край вигадкам космографів.

Відкриття фундаментальних законів природи вимагало спеціальної підготовки вчених. Багато з них навчалися в університетах Європи. Перші університети виникли в середні віки: в Болоні (XI—XII ст.), Оксфорді (XII ст.), Парижі (1200), Кембріджі (1209) і Празі (1348). До речі, наприкінці XV ст. ректором найстарішого (Болонського) університету, в якому навчався М. Коперник, був талановитий учений, наш славетний земляк Юрій Дрогобич—уродженець однойменного древнього міста на Передкарпатті. Італія епохи Відродження переживала небувалий розквіт духовного життя. Весь час з'являлися відомості про нові географічні відкриття.

Низку географічних відкриттів здійснили в ту епоху російські

землепрохідці, які пройшли за 50 років величезні простори від Уральського хребта (1584) до Тихого океану (1639). Першим на береги Охотського моря прийшов Іван Москвітін зі своїм загоном. В 1644—1655 рр. Василь Поярков вийшов, у долину ріки Амур і спустився по ній до її гирла. Згодом кілька походів в Амурський край здійснив Єрофій Хабаров (1649—1653). В 1648 р. Семен Дежньов та Федот Попов здійснили плавання вздовж північно-східних берегів Азії, доказавши тим самим, що Азія і Північна Америка розділяються протокою. Трохи пізніше землепроходець Володимир Атласов (1697—1699) вперше ступив на далеку землю Камчатки.

Відкриття, зроблені під час походів землепрохідців, лягли в основу карт Сибіру Петра Годунова (1667) і Семена Ремезова (1697). Останній склав "Чертежную книгу Сибири" (1701). Згодом дані цих карт були використані європейськими географами при складанні карт Азії.

Значні відкриття були здійснені в помірних широтах південної півкулі. Морські подорожі, організовані голландцями в пошуках Terra australis (Невідомої Південної землі), завершилися відкриттям нового материка, названого пізніше Австралією. Експедиція Абеля Тасмана (1642—1643), під час якої він з усіх сторін обплив цей материк і відкрив острови Нової Зеландії, остаточно довела, що Австралія не є частиною Невідомої Південної землі. Продовживши марні пошуки птолемеевої Південної землі, капітан Кук у XVIII ст. завершив роботу по нанесенню на карту контурів Тихого океану і його численних островів.

З часом дослідники і мандрівники нагромаджували все більше відомостей про природу відкритих земель, Деякі експедиції проникали у важкодоступні райони Арктики в пошуках Північно-Західного і Північно-східного проходів з Європи в країни Сходу. Географічна інформація, що надходила у Європу, була надзвичайно різноманітною.

Дослідники і мандрівники намагалися перш за все описати те, що вони бачили. Проте, оскільки вони стикались в чужоземних краях з незрозумілими явищами і незнайомими їм живими істотами, то вони широко використовували аналогії. Поступово багаті на вигадки і фантазію розповіді поступилися місцем тверезим оцінкам, об'єктивним характеристикам особливостей людей, тварин, рослин, природи в цілому.

З усіх галузей географії найбільші успіхи за роки Великих відкриттів були досягнуті краєзнавством. і картографією. Це пояснюється колосальною популярністю книг, в яких описувалися чужоземні краї, а також великим попитом на карти, необхідні для здійснення нових походів. Швидкому розвитку картографії сприяло впровадження ряду вимірювальних приладів і застосування голландським ученим В. Снеліусом (1580—1626) способу тріангуляції для вимірювання віддалей на поверхні Землі. Це дало можливість скласти карти з великою точністю,

У далеких експедиціях європейці зібрили багато нових географічних відомостей. Настав час відобразити їх на оглядових картах. Батько картографії нового часу Г. Меркатор, його товариш А. Ортелій і їх колеги створили перші атласи, які стали значними віхами в географічній науці. Для складання карт

була використана циліндрична проекція, яка одержала назву проекції Меркатора: вона дозволяє зберегти кути, або, що те саме, напрямки. Наприклад, якщо на карті з'єднати прямою Лісабон з Нью-Йорком і виміряти кут між цією прямою і напрямком на північ, то, дотримуючись наміченого курсу, можна потрапити з Лісабона до Нью-Йорка. Саме збереження кутів дозволило покласти проекцію Меркатора в основу всіх морських, а пізніше й авіаційних навігаційних карт.

За роки Великих географічних відкриттів географія знову привернула до себе увагу багатьох освічених людей. Однак вона продовжувала виконувати, головним чином, довідкову функцію: карти і географічні твори краєзнавчого характеру містили переважно описовий і довідковий матеріал. Проте географи все частіше намагались пояснити ті чи інші природні явищі накопичені факти з наукових позицій.

Важливим кроком на цьому шляху став вихід у світ в 1650 р. книги «Географія генеральна» Бернхарда Вареніуса (1622—1650), в якій були узагальнені нові географічні відкриття і досягнення в галузі природознавства. Оригінальним в ній були дані про будову суші, склад поверхневих і підземних вод, властивості атмосфери. Автор поділив географію на загальну (про Землю в цілому, її властивості) і спеціальну (характеристика географічного положення і стану кожної окремої області). В свою чергу, спеціальну географію він поділив на хорографію (опис великих просторів) і топографію (детальний опис невеликих ділянок суші). На думку Б. Вареніуса, предметом вивчення географії є «земноводна куля», тобто та частина Землі, в якій ґрунт, земля, безпосередньо межують з водою. В якості складових частин «земноводної кулі» Б. Вареніус виділив: а) землю, ґрунти, а також рослини і тварин; б) воду (в тому числі підземну) і в) атмосферу. Географічні узагальнення Б. Вареніуса дали значний поштовх для становлення загального землезнавства як самостійної географічної дисципліни.

Прогресивні ідеї Б. Вареніуса зацікавили не тільки вчених, а й державних діячів. Зокрема, Петро I, ознайомившись з книгою Б. Вареніуса, наказав видати її у російському перекладі. Він же заснував у Петербурзі Академію наук, яка пізніше багато зробила для становлення землезнавства в Росії. За ініціативою Петра I були організовані школи для підготовки землемірів (геодезистів), виділені кошти на придбання за рубежем глобусів, карт, географічних книг. Згодом здійснилася задумана ще Петром I експедиція командора Вітуса Беринга, датчанина за національністю. Ця експедиція відкрила Командорські острови, досягла берегів Північної Америки і пройшла з Тихого в Північний Льодовитий океан. Іменем Беринга на честь його заслуг як дослідника названо протоку, що розділяє Азію і Америку.

Географічні відкриття в різних куточках Землі, як і фрагментарні описи природи окремих регіонів, значно збагатили географію. Зростаючий інтерес людей до незвіданих земель вимагав певного узагальнення й оцінки нових фактів, що нерідко входили в протиріччя з їх примітивними, а нерідко й ідеалістичними уявленнями. Наставав якісно новий етап в розвитку географії — наукового осмислення світу, що змінив його просте споглядання і

описування.

1.4. Формування галузей географічної науки

Надзвичайно зрослий до середини XVIII ст. потік інформації про світ вимагав пошуків принципів організації географічної науки, застосування досконаліших методів досліджень. Саме тоді в експедиціях з'явилися компетентні люди, які займалися своєю" дослідницькою діяльністю. Одним з перших вчених-мандрівників був англійський астроном Едмунд Галлей. На основі своїх спостережень він виділив на-карті зону пасатних вітрів обох півкуль, а також мусонні області Азії. Галлей став основоположником

багатьох графічних методів, які він застосував для того щоб показати різні природні явища, склав першу карту магнітних схилень. .

У XVII—XVIII ст. з'явилося багато описів різних видів тварин, рослин, мінералів. Величезну роботу по систематизації цих матеріалів виконав Карл Лінней (1707—17-78), шведський натураліст, лікар. На основі подібності за однією-двома найпомітнішими ознаками він класифікував рослини на види, роди, класи. Лінней запровадив у науку запропоновані попередниками подвійні латинські назви—рід і вид, що дало змогу спілкуватися вченим різних країн К. Лінней заклав основи ботанічної географії.

Піонерами польових фізико-географічних досліджень вважають Йоганна Рейнгольда Форстера і його сина Георга. Супроводжуючи капітана Кука у його другому плаванні (1772—1775) в Індійській і Тихий океани, Форстери займались вивченням рослинності і збирали гербарій. Георг Форстер вперше виявив характерні особливості розподілу температури па західних і східних окраїнах континентів на одних і тих же широтах і вказав на схожість клімату західних районів Європи і Північної Америки.

У творах дослідників природи того часу значне місце відводилось описуванню природи того чи іншого регіону в цілому і виявленню взаємозв'язків між окремими природними явищами. Це стосується . таких комплексних географічних праць, як «Опис землі Камчатки» С. П. Крашенинникова, «Подорожі по Росії» П. С. Палласа і «Подорожі навколо світу» Г. Форстера.

Важливу роль у розвитку географії відіграли праці визначного російського вченого М. В. Ломоносова (1711—1765). Йому належить відкриття основного географічного закону—взаємозумовленості компонентів природи. Велика заслуга М. В. Ломоносова у вивченні можливостей освоєння Арктики. Він зробив Визначний внесок у розробку ідей загального землезнавства, ввів у науку термін «економічна географія», виступив організатором академічних експедиційних досліджень великої території Росії, широко вживав порівняльний метод.

Питання загального землезнавства стали обов'язковою частиною «Лекцій з фізичної географії» німецького філософа І. Канта (1724—1884). Він розвинув .вчення про вітри, їх утворення і закономірності руху. Певний інтерес викликає його теорія про походження суші, основні форми поверхні якої він пов'язував з процесом стискування земної кори внаслідок охолодження земної

кулі. Знаменитою стала також його космогонічна гіпотеза про походження Сонця і планет Сонячної системи. Земля перебуває в постійному розвитку, а не є вічною і незмінною, як це вважали багато вчених.

У XVIII ст. почала будувати свій морський флот Росія. І вже друга кругосвітня подорож російської експедиції з заходом у високі широти південної півкулі увінчалася великим успіхом: кораблі «Восток» і «Мирний», очолювані Ф. Ф. Беллінсгаузенем і М. П. Лазарєвим, в 1820—1821 рр. вперше пройшли поблизу берегів льодового континенту—Антарктиди.

Важливу роль у подальшому розвитку географії зіграли Олександр Гумбольдт (1769—1859) і Карл Ріттер (1779—1859), німці за походженням. Проте ці великі географи значно розходилися за своїми методами, які вони використали для дослідження природи Землі.

О. Гумбольдт, здійснивши багаторічні подорожі по Європі, Азії і Америці, скрізь займався не тільки глибоким і точним описанням побаченого, а й намагався дати наукове пояснення тим процесам і явищам, які йому доводилося, спостерігати. Він дуже широко застосовував порівняльний метод, особливо під час дослідження невідомої європейцям природи Південної Америки (наприклад, важкодоступних районів Амазонії з вічнозеленою рослинністю та засніжених вершин Анд). Це дозволило О. Гумбольдту встановити ряд важливих географічних закономірностей, таких як закон висотної поясності клімату і рослинності, закон залежності снігової лінії в горах від географічної широти, виявити особливості клімату тощо. Він першим використав ізотерми для кліматичних характеристик.

Перу О. Гумбольдта належить кілька відомих наукових праць: «Картини природи», «Центральна Азія», «Космос». Остання з них найбільш відома, в ній узагальнено дані про Землю і Всесвіт, які були накопичені на той час. У цій роботі великий вчений-енциклопедист і мандрівник розглядав земну поверхню як особливу оболонку, розвивав думку не тільки про взаємозв'язок, а й про взаємодію повітря, води і землі, про єдність неорганічної й органічної природи.

На відміну від О. Гумбольдта, К. Ріттер був кабінетним ученим, він не здійснював подорожей. Проте глибоке знання географічної літератури, витончена інтуїція і чудове володіння логічним аналізом дозволили йому на основі відомих фактів і явищ виявити тісні взаємозв'язки між різними явищами природи. Здійснені ним узагальнення для окремих континентів свідчили про наявність порядку і гармонії не тільки в будові Землі, а й у взаємовідносинах людини і природи. К. Ріттера вважають засновником-порівняльного землезнавства. Дотримуючись ідеалістичних позицій у своєму світогляді, К. Ріттер вважав, що Земля створена для людей Богом і розгадку історії людства треба шукати в природних умовах тієї місцевості, де жили або живуть ті чи інші народи. Іншими словами, він розвивав ідеї географічного детермінізму, вважаючи, що рівень життя людей різних країн і особливості побуту їх населення є наслідком прямого впливу природних умов.

Величезний внесок у скарбницю світової науки зробив видатний природознавець і мандрівник Микола Миколайович Миклухо-Маклай (1846—

1888). Його наукові здобутки багатогранні. Вони стосуються медицини, загальної біології, антропології, порівняльної анатомії, ботаніки, зоології, географічних і соціально-економічних проблем. Вивчаючи побут, звичаї, мову туземців о. Нової Гвінеї—папуасів, спосіб життя яких тоді був ще первіснообщинним, Миклухо-Маклай не міг обійти питань взаємозв'язку природи і суспільства, навколишнього середовища, в якому формувалася соціальна спільність людей з антропологічними особливостями мешканців.

1. Вчений дійшов також важливого висновку, що зміни в поведінці тварин, особливо нижчих, можна вірно зрозуміти і науково обґрунтувати лише ретельно досліджуючи умови їх життя. На той час це був значний крок у напрямі розвитку зовсім молодого науки, яка стояла ще на стадії зародження — екології.

Неоціненні заслуги вченого у розвитку етнографії як науки, основним об'єктом вивчення якої є народи світу. Коротке життя М. М. Миклухо-Маклая було присвячене найважливішій і найблагодороднішій меті—науковому обґрунтуванню рівності всіх людей земної кулі незалежно від кольору шкіри і раси. Він піддав гострій критиці буржуазну теорію про вищі і нижчі раси, довів, що представники темношкірої раси такі ж люди, як і європейці. Цей сміливий на той час висновок М. М. Миклухо-Маклай зробив здійснивши цілий ряд подорожей до Північної Африки, Південної Америки, на острови Індонезії, Полінезії, на Філіппіни, в Австралію.

Великий Інтерес у багатьох європейських країнах-викликали дослідження М. М. Пржевальського. В 1870—1885 рр. він здійснив чотири експедиції у внутрішні райони Центральної Азії, де провів дослідження величезної території від гір Тянь-Шаню на заході до хребта Великий Хінган на сході, від Забайкалля на півночі до середини Тибету на півдні. М. М. Пржевальський відкрив кілька гірських хребтів, обстежив верхів'я рік Хуанхе і Янцзи, озеро Лобнор, описав багато невідомих до того часу рослин і тварин (дикі коні, дикі верблюди). Ним складені перші точні карти досліджуваних місцевостей.

Багато вніс у дослідження природи Центральної Азії і Східного Сибіру академік В. О. Обручев. Здійснивши в 1886 р. кілька подорожей, він написав велику кількість робіт з географії, геології, геоморфології цих територій. Значну роботу по вивченню Східної і Центральної Африки провів англійський мандрівник Г. Стенлі.

Одним з найвидатніших дослідників того періоду став російський учений В. В. Докучаєв (1846—• 1903) —основоположник генетичного ґрунтознавства і великий географ. Найважливіша заслуга В. В. Докучаєва — виділення широтних і вертикальних географічних зон, встановлення закономірних зв'язків між кліматом, гірськими породами, рослинністю, тваринним світом і господарською діяльністю людини. Ідеї В. В. Докучаєва дали поштовх до розвитку нової комплексної фізичної географії та послужили базою для формування ще однієї складової галузі географії—ландшафтознавства, тобто вчення про природні територіальні комплекси.

Становлення і розвиток окремих галузей географічної науки означали, що географію слід розглядати не як єдину науку, а як цілий комплекс наук,

здатних бути предметом вивчення і викладання на спеціальних кафедрах і факультетах. Тому відкриття в другій половині ХІХ—першій половині ХХ ст. кафедр географічного профілю в багатьох університетах світу стало закономірним наслідком багатоговікового розвитку географії, визнанням її актуальності, як науки.

З метою спільної діяльності і взаємного обміну досвідом географічних знань в минулому столітті у великих містах Європи були засновані географічні товариства. Вони проводили велику роботу з організації досліджень маловідомих земель і збору географічної літератури. Найбільш відомими географічними товариствами стали Лондонське, Паризьке, Берлінське, Італійське і Російське.

Європейські географічні товариства брали активну участь в підготовці і проведенні, арктичних і антарктичних досліджень, на які так багате було нинішнє століття. З географічних карт світу зникали останні білі плями. Так в 1878—1879 рр. норвезький учений А. Е. Норденшельд вперше пройшов північно-східним проходом вздовж північних берегів Азії, а в 1903—1906 рр. норвезький дослідник Р. Амундсен вперше здійснив плавання вздовж арктичних берегів Північної Америки. В 1909 р. Р. Пірі, першим досяг Північного полюса. Південний полюс покоровився наприкінці 1911 р. Р. Амундсену, а згодом, на початку . 1912 р., Р. Скотту. Останньому разом з трьома іншими членами експедиції судилося трагічно загинути в Антарктиді на зворотному шляху.

Великі пошукові роботи з освоєння північного морського шляху були здійснені численними експедиціями на кораблях «Сибіряков» (1932), «Челюскін» (1933), «Літке» (1934), «Садко» (1935). В 1937 р. була організована перша в світі наукова дрейфуюча станція на північному полюсі. Нині дрейфуючі станції в Арктиці, як і постійно діючі науково-дослідні станції в Антарктиді, працюють безперервно, збираючи унікальну інформацію з характеристики суворої природи полярних районів.

За даними досліджень полярних станцій складають метеорологічні прогнози. Значне місце в дослідженнях займають океанографічні спостереження і вивчення рельєфу океанічного дна.

Вивчення і освоєння полярних областей, фундаментальне дослідження окремих явищ, природи, з'ясування причин різноманітних фізико-географічних процесів вимагали спеціальної підготовки дослідників, сприяли розвитку окремих галузей географічної науки. Загальна географія в розумінні Вареніуса диференціювалась на окремі дисципліни: геоморфологію, кліматологію, географію рослин, океанографію, лімнологію, ґрунтознавство, зоогеографію й ін. Незважаючи на диференціацію географічної науки, кожна з її галузей зробила величезний прогрес завдяки можливості глибокого і усестороннього вивчення конкретних процесів. .

Успіхи галузевих наук, використання географічних ідей О. Гумбольдта і В. В. Докучаєва дозволили вченим сформулювати уявлення про приповерхневу сферу Землі як особливу природно-історичну систему. Спочатку такі думки були висловлені в загальному вигляді Ф. Ріхтгофеном і П. І. Броуновим.

Згодом-уявлення про приповерхневу оболонку Землі перетворились у вчення про географічну оболонку, заслуга в розробці якого належить А. О. Григор'єву (1937), С. В. Калеснику (1955), К. К. Маркову (1960) К. І. Геренчуку (1984).

Вивченням загальних закономірностей будови і розвитку, географічної оболонки займається спеціальна наукова дисципліна географії—загальне землезнавство. Ця наука вивчає широке коло питань — від основ теорії географічних наук, уявлень про космос і походження Землі, з якими пов'язані всі найголовніші особливості природи, до проблем використання, перетворення і охорони. Комплексний підхід до вивчення природи одержав найбільше застосування на сучасному етапі розвитку географії.

1.5. Географія на сучасному етапі

Якісно новий етап у розвитку географії почався в другій половині ХХ ст. На карті уже не залишилося білих плям. Вкрай загострилися взаємовідносини людини і природи. Основним об'єктом дослідження є освоєні землі з великою густотою населення і багатогалузевим господарством. Головним завданням географії стає не тільки дослідження природа але й розробка оптимальних варіантів використання природних ресурсів, конструктивне перетворення природи. Це передбачає застосування нових принципів-організації наукових досліджень і методів одержання і обробки інформації про природні явища, способів теоретичного узагальнення і прогнозування.

Своїм величезним успіхам за останні десятиріччя географія значного мірою завдячує широкому міжнародному співробітництву. Особливо це проявилось в період виконання різних міжнародних програм, дослідження відкритих просторів Світового океану і Антарктиди. У зв'язку з глобальними масштабами впливу антропогенної діяльності на природу, появою ознак екологічної кризи на Землі тенденція до об'єднання зусиль різних народів стає все виразнішою і дієвішою.

Широкого застосування в географії набули нова техніка спостережень (в тому числі використання даних штучних супутників Землі) і виготовлення карт. І все ж традиційне описування природи різних частин світу чи окремих регіонів не втратило свого значення, воно продовжує давати неоціненну інформацію. Експедиційні дослідження нині проводяться на значних площах. Великого значення набули комплексні стаціонарні фізико-географічні (ландшафтні). дослідження.

На сучасному етапі поруч з процесом диференціації науки відбувається її інтеграція. Успіхи галузевих дисциплін синтезуються в загальному землезнавстві, ландшафтознавстві, економічній географії. З розвитком загального землезнавства пов'язані великі досягнення в пізнанні глобальних і поясно-зональних закономірностей диференціації географічної оболонки і розробка на її основі заходів по раціональному використанню природних умов і ресурсів та охорони навколишнього середовища.

Одним з найбільш видатних досягнень цього періоду був запуск в космос корабля «Восток» з Ю. О. Гагаріним на борту. Сталося це 12 квітня 1961 р. Вперше в історії планети Земля людина вирвалася за межу сили земного

тяжіння і опинилася в безкраїх просторах Всесвіту. Всього за півтори години кругосвітньої космічної подорожі космонавт облетів Землю, на пізнання природи якої людство затратило віки. В липні 1969 р. був здійснений успішний політ пілотованого космічного корабля «Аполлон-11» на Місяць. Нейл Армстронг, американський астронавт, що першим ступив на поверхню небесного тіла—супутника Землі, сказав при цьому слова, які ввійшли в історію афоризмом: «Це маленький крок однієї людини, але гігантський стрибок всього людства». Дослідження космосу тривають, і немає ніякого сумніву, що ми стоїмо на порозі нової епохи великих відкриттів і досліджень невідомих земель, тільки на цей раз вони будуть зроблені на інших планетах Сонячної системи і їх численних супутниках.

Г л а в а 2

ЗЕМЛЯ В КОСМІЧНОМУ ПРОСТОРИ

2.1. Гіпотези про походження Землі.

Великі відкриття в науках про Землю створили передумови для формування космогонії—науки, що займається вивченням Всесвіту, питаннями походження Сонця і планет. Незважаючи на всю складність даної проблеми, уже перші космогонічні гіпотези стали користуватися великою популярністю серед учених і багатьох освічених людей.

Загального визнання набули гіпотези, що базувалися на еволюції газово-пилової матерії. Перша спроба пояснити походження Сонячної системи з цієї точки зору була зроблена німецьким філософом І. Кантом (1724-1804). В 1755 р. він видав книгу «Загальна природнича історія і теорія неба», в якій виклав свої погляди на походження Всесвіту і планет Сонячної системи. На думку І. Канта, Всесвіт утворився з первинної розсіяної матерії, яка заповнювала світовий простір. Части, з яких складалася матерія, були неоднакові щодо густини, сили тяжіння, вони були перемішані й утворювали нерухомий хаос. Поступово сили взаємного притягання, що виникали між частинками, привели кам'яний хаос в рух. Результатом зштовхування і злипання частинок було утворення згустків, спочатку дрібних, потім більших. Зштовхування згустків викликало їх обертання. Зрештою із центрального згустку утворилося Сонце, а з невеликих бокових згущень—планети. Первинний стан планет і Сонця І. Кант вважав гарячим, з часом планети остигли, стали холодними. Те саме, на думку І. Канта, повинно статися в далекому майбутньому і з Сонцем.

В 1796 р. була опублікована книга французького математика та астронома П. Лапласа «Виклад системи світу», в якій була опублікована його космогонічна гіпотеза. Вона виявилася багато в чому схожою з гіпотезою І. Канта, хоч П. Лаплас не знав про її існування. Він допускав, що колись існувала величезна гаряча розріджена туманність. У міру її охолодження і стискання в центрі утворилося згущене ядро – зародок нинішнього Сонця. Внаслідок його обертання навколо осі розвинулася відцентрова сила, яка відштовхнула в екваторіальній площині частину речовини від осі обертання. Кількість газових кілець, що відділилася від центрального згустку матерії,

відповідала числу планет Сонячної системи. Кільця були нестійкими. Речовина в них під впливом охолодження поступово згущувалася. Подібним же чином П. Лаплас пояснює й утворення супутників планет.

Гіпотези Канта і Лапласа стали свого роду революційним переворотом в уявленнях людей про походження оточуючого їх світу. Ці гіпотези вперше дали наукове пояснення утворенню Сонячної системи з газОВО-пилової матерії і докорінним чином змінили існуючий тоді метафізичний погляд про вічність і незмінність Всесвіту. Але з точки зору сучасної науки виявилось, що дані гіпотези мають серйозні недоліки. Сучасна фізика не вважає можливим тривале перебування в природі стійких газових кілець. Гази при виділенні, як показує практика і експериментальні дослідження, не збираються в згустки, а розсіюються. Названі гіпотези не в змозі пояснити різнонаправленість обертання по орбітах супутників планет і розподіл моменту кількості руху великих тіл Сонячної системи (добуток маси тіла на його швидкість і відстань від центра обертання). Так, Сонце, на яке припадає 99,9 % загальної маси Сонячної системи, має тільки 2 % моменту кількості руху, в той же час на всі планети з їх мізерною масою припадає 98 % моменту кількості руху.

Враховуючи дані обставини, а також використовуючи нові досягнення науки, зокрема відкриття явищ природного радіоактивного розпаду (вперше це вдалося довести видатним французьким ученим Склодовській і Кюрі), були запропоновані нові гіпотези, які пояснювали утворення планет з холодної матерії. Оригінальною і відомою стала опублікована в 1943 р. гіпотеза О. Ю. Шмідта (1891—1956). Це була неординарна особа в науці. В двадцять п'ять років він уже працював приват-доцентом Київського університету, пізніше займав відповідальні пости в Наркомприроді, Наркомфіні, Наркомосвіті, був директором Держвидаву, головним редактором Великої радянської енциклопедії. Велику популярність принесли йому і полярні дослідження, челюскінська епопея, висадка на лід наукової станції «Північний поліс». У всі роки свого свідомого життя вчений дуже багато захоплювався математикою.

О. Ю. Шмідт намагався математично обґрунтувати ідею про походження планет з розрідженої туманності, яку захопило Сонце на одному з відрізків шляху по Галактиці. Такий підхід дозволив пояснити непропорційний розподіл мас і моменту кількості руху планет і Сонця. Речовина газОВО-пилової туманності під тиском сонячного світла сортувалася ще в допланетну стадію; легкі елементи були відкинуті на край Сонячної системи, а ближче до Сонця утримувалися порівняно важкі елементи. Далі під впливом сил тяжіння шматки матерії зіштовхувалися, злипались і планети росли. Проте сучасні дослідження довели неспроможність подібного механічного захвату туманності, до того ж відсутність уявлень про утворення самого Сонця не могла задовольнити науку.

У п'ятдесятих роках стала популярною гіпотеза російського вченого В. Г. Фесенкова, який підійшов до вирішення проблеми з точки зору народження і еволюції зірок. Він вважав, що в Галактиці існують не тільки Сонячна, а й інші планетні системи. Виникнення Сонця і планет відбувалось одночасно із споріднених речовин так. У центрі туманності існував ущільнений згусток—

первинне Сонце; на краях газової туманності внаслідок низької температури відбувалося інтенсивне утворення пилюватих часток. Ці пилюваті частки носились у вихровому русі, який вирівнював різницю їх обертання навколо центрального згустку. Планети утворилися з тієї газово-пилюватої первинної туманності, яка містилася в екваторіальній площині Сонця. Ця туманність, що оточувала первинне Сонце, була сплюснута, ущільнення в ній відбувались нерівномірно, бо рух часток був неправильний, вихороподібний, а з центрального згустку — Протосонця — вилучалась матерія. Орбіти згустків-планет з самого початку мало відрізнялися від кола і перебували в одній площині.

Багато вчених вважають, що протосонячна туманність, з якої сформувалися всі тіла Сонячної системи, існувала на протязі тривалого часу у вигляді звичайної міжзоряної намагніченої хмари, що повільно оберталася. Можливо, поблизу від неї згодом утворилася масивна зірка. З часом смерть цієї зірки, призвела до вибуху наднової. Потужні спалахи наднових зірок відбуваються у зв'язку з вигоранням в її центрі ядерного палива. В ядрі такої зірки різко падає температура і тиск, внаслідок чого поверхневі шари зірки під впливом власної величезної ваги починають падати до центра зірки. Відбувається так зване явище *колапсу*.

Наявність магнітного поля в газовій хмарі, що обертається і стискується, відіграє важливу роль при колапсі хмари. В міру того як обертання хмари прискорюється, магнітні силові лінії, що ведуть себе як пружинисті пластинки, закручуються. Магнітні натяги призводять до утворення ядра, яке повільно обертається, а речовина, яка залишається на периферії, швидко, кружляє навколо нього. Цей ефект дозволяє пояснити фактичний розподіл моменту кількості руху в Сонячній системі.

В стискуваній хмарі швидко розвивається щільне непрозоре ядро з повільним осьовим рухом. Навколо нього продовжував обертатися газовий диск — протосонячна туманність. Газ містив багато частинок пилю. Тонкий диск з холодного пилю був так само гравітаційно нестійкий, як і хмара холодного газу. Частинок пилю притягувалися більшими за масою згустками матерії і вони виростали до розміру астероїдів. Ці первинні утвори одержали назву *планетезім але й*. астероїди і ядра планет, можливо, і є тими залишками планетезімалей, що заповнювали колись Сонячну систему.

Тим часом молоде Сонце, яке виникло на місці ядра, стало виділяти світло і енергію. Це вплинуло на властивості планет, які утворилися. Поблизу Сонця температура була високою, тому речовини, що перебували тут у стані льоду, швидко випаровувалися. В цих умовах могли зберегтися тільки жаростійкі кам'янисті і металеві частинки. Тому внутрішні планети утворилися переважно з важкого за густиною матеріалу. Вони порівняно малі за масою і тому не здатні були утримати помітну кількість водню і гелію. В зовнішніх областях Сонячної системи температура була достатньо низькою, тому льодові речовини тут не розтанули. Тут-могли утворитися тільки величезні планети, які завдяки цьому були, спроможні утримати водень і гелій. Тому гігантські зовнішні планети Сонячної системи масивні, але мають порівняно

малу щільність.

Нині значного поширення набула гіпотеза так званої акумуляції небесних тіл. Вчені вважають, що планети утворилися внаслідок нагромадження багатьох тіл менших розмірів, які рухалися навколо Протосонця по орбітах, що лежали всередині плоского диска. Ця гіпотеза дозволяє пояснити напрям обертання планет по орбіті і навколо власної осі. В планетах, які утворилися з багатьох дрібних тіл, індивідуальні напрями обертань усереднювалися, тому їхня вісь обертання виявилася паралельною осі обертання Сонця. Виняток становлять Уран і Венера, Мабуть, перша з них утворилася при зіткненні всього лише декількох, можливо навіть тільки двох, великих тіл. Зворотній рух Венери вказує на те, що в свій час відбулося сильне сповільнення обертання планети припливними силами Сонця.

Сучасні уявлення про утворення Сонця і планет з газопопилуватої туманності є загальноновизнаними. Вчені одержали нові вагомі докази еволюції Всесвіту. Великої популярності в світі набула теорія про Великий вибух — так коротко називають сукупність процесів що відбувалися майже десять мільярдів років тому, на самому початку формування Всесвіту. Гадають, що колись вся космічна матерія була зосереджена в порівняно невеликому за розмірами згустку, який являв собою дуже гарячу (мільярди градусів) надільну речовину. Внаслідок надпотужного вибуху матерія розлетілася в різні сторони космічного простору, щільність стала падати, а температура знижуватися. Дана гіпотеза була підтверджена відкриттям в 1964 р. американськими дослідниками А. Пензіасом і Р. Вільсоном теплового фонового випромінювання Всесвіту. Випромінювання назване реліктовим, бо воно є залишком тепла від тієї первісної гарячої матерії. «Розбігання» Галактик, яке є наслідком Великого вибуху, продовжується і донині воно підкріплене спостереженнями Е. Хаббла, який виявив зміщення ліній спектра галактик в бік довгохвильового червоного кінця. Це зміщення назвали червоним.

Варто відмітити, що вперше думка про розширення Всесвіту була обґрунтована російським ученим О. О. Фрідманом ще в 20-х роках нашого століття. Таким чином, в міру вдосконалення методів досліджень і нагромадження нових наукових фактів вчені все глибше проникають й таємниці походження космосу, його сучасної будови.

2.2. Основні риси будови Всесвіту

Наша Земля є маленькою складовою частиною єдиного матеріального світу, який називається *Всесвітом*. Всесвіт охоплює весь безмежний космічний простір і складається з численних зірок, хмар пилу і газу, міжзоряної речовини. Зоряне небо вивчається на протязі багатьох віків. Зараз спостереження за зорями ведуть астрономи, а вивченням законів руху планет, будови і розвитку небесних тіл і їхніх систем займається астрономія. У міру вдосконалення телескопів вчені все глибше проникають в таємниці Всесвіту. Доступну для досліджень частину Всесвіту називають *Метагалактикою*. Сучасні оптичні прилади дають змогу спостерігати зоряні системи, віддалені

від нашої планети на 5—6 млрд. світлових років, а за допомогою радіотелескопів проникають ще далі— на відстань до 15 млрд. світлових років. Зазначимо, Що світловий рік — це відстань, яку світло проходить за 1 рік, поширюючись зі швидкістю близько 300000км/с.

Головними об'єктами Метагалактики є зоряні системи, або галактики. Кожна галактика є великим скупченням зірок кількістю до 100— 150 млрд., які утворюють зоряні системи різної величини і форми. В одну з таких галактик, яка одержала назву нашої Галактики, входять Земля і Сонце. Інші галактики мають вигляд невеликих плям еліптичної, спіральної або неправильної форми. Їх називають позагалактичними туманностями.

В безкраїх просторах Метагалактики виявлено більше мільярда галактик. Деякі з них є потужними джерелами радіовипромінювання. Це так звані радіо г а л а к т и к и. Найбільш далекі небесні тіла, що випромінюють колосальні потоки енергії у вигляді радіохвиль і світла, називають квазарами. Вони світяться в сто разів яскравіше, ніж гігантські Галактики. Природа квазарів поки що залишається нерозгаданою.

Наша Галактика—одна з рядових зоряних систем у світі галактик. В ній близько 150 млрд. зірок. Велике скупчення їх утворює на нічному небі широку білясту смугу. Здавна цю смугу називають Молочним Шляхом (в Україні у народі—Чумацьким Шляхом).

Наша Галактика належить до типу. спіральних. Розміри її величезні: діаметр диска близько 100 тис. світлових років, товщина в центральній частині 12 тис. світлових років. В центрі диска, біля сузір'я Стрільця, розташоване ядро, яке складається з малих і великих зірок різної яскравості. Від диска в сторони відходять спіральні відгалуження або рукава. Спіральні вітки складаються з молодих зірок, зоряних скупчень, хмар іонізованих газів водню і потужних хмар темної, пилової матерії. Сонце розташоване зліва від ядра на відстані 25 тис. світлових років від центра Галактики. Вся внутрішня система обертається навколо ядра приблизно за 200 мли років. Зовнішня частина нашої Галактики рухається повільніше. Відбувається це тому, що ядро Галактики не переважає за масою інші її частини, як, наприклад, Сонце в Сонячній системі.

В Галактиці існує загальне магнітне поле. Його силові лінії паралельні галактичній площині і роблять вигини біля спіральних відгалужень. При спалахах наднових зірок викидається в космос багато електронів зі швидкостями, близькими до швидкості світла. Магнітне поле Галактики гальмує швидкі електрони, і це викликає нетеплові випромінювання . на метрових і більш довгих .хвилях. Встановлено, що іонізований гарячий водень, який сконцентрований поблизу галактичної площини, посиляє додаткове радіовипромінювання тільки, з кільцевої зони Молочного Шляху.

Велика віддаленість від Землі зірок не дає можливості навіть за допомогою дуже сильних телескопів розглянути їхню поверхню. В телескопі зірки видно як точки, що світяться. В цих «точках» зосереджено більше 98 % маси космічної речовини. Решта речовини перебуває переважно у вигляді розрідженого міжзоряного середовища. За допомогою оптичних приладів

астрономи визначають температуру, хімічний склад, фізичні властивості зірок, розраховують їх масу. Знаючи яскравість і відстань до зірки можна скласти уяву про її розміри. Найбільші зірки називають надгігантами, найдрібніші — білими карликами.

Колір зірок залежить від температури. При голубувато-білому температура становить 24 000 К, білому — 12 000 К, жовтому — 5900 К, червоному — 3300 К. Температура найбільш холодних зірок менша 2000 К, а найбільш гарячих перевищує 100 000 К. Особливо висока температура в ядрах зірок, де вона досягає мільярдів градусів.

Деякі зірки змінюють свою яскравість, блиск і інші властивості дуже швидко—протягом доби, а то і секунд. До числа таких зірок належать нові і наднові зорі. Новими вважаються зорі, блиск яких протягом кількох днів різко зростає, а пізніше роками і десятиліттями зменшується. До наднових відносять зірки, яскравість яких сягає значень, що перевищують яскравість галактик. Після спалаху утворюється газова хмара, що розсіюється в просторі. Ядро, що за лишилося на місці спалаху, перетворюється з часом в нейтронну, або чорну, діру.

Утворення нейтронної зірки починається з сильного стиснення матерії ядра, що супроводжується різким зменшенням його розмірів до 10—100 км в діаметрі. Під дією сил гравітації протони і електрони зливаються і перетворюються в нейтрони. Густина речовини зростає до неймовірних значень. Нейтронні зорі з великими магнітними полями називають пульсарами. Пульсари випромінюють імпульси радіохвиль різної потужності.

Чорні діри виникають в результаті ще більшого стиснення речовини. Надтверда речовина, що виникла при цьому, починає все поглинати і нічого не випромінює. Виявляються чорні діри за гравітаційним впливом на міжзоряне середовище і рух сусідніх зірок.

Речовини, з яких побудовані зорі, перебувають у стані плазми. Атоми елементів в ній сильно іонізовані. Як показали спектральні дослідження, зоряна плазма складається головним чином з іонізованого водню і гелію, а також з важких хімічних елементів. Джерелом енергії на ранніх стадіях розвитку зірок є гравітаційні сили стиснення, а на наступних—термоядерні реакції, що протікають в надрах зірок.

Міжзоряний простір заповнений розрідженим газом і пилом. Газ складається переважно з іонізованого водню і гелію. Місцями водень утворює скупчення у вигляді хмар. Пилінки складаються з суміші льоду, кристалічного аміаку і метану, домішок металів. Значну роль в міжзоряному середовищі відіграють космічні промені, утворені потоками протонів і електронів. Космічні промені надходять від Сонця і з надр Галактики.

2.3. Характеристика планет Сонячної системи

Сонячна система має складну будову. До її складу входять дев'ять планет з їхніми супутниками, десятки тисяч астероїдів, комети, метеоритна речовина і єдина зірка — Сонце, навколо якої обертаються всі тіла системи. На долю.

Сонця припадає 99,9 % загальної маси Сонячної системи, тому вона є центром тяжіння для небесних тіл. Всі вони утримуються разом завдяки силі його гравітаційного поля.

Сонце—одна з типових зірок Молочного Шляху. Вона віддалена від Землі в середньому на відстань 149,6 млн. км. Ця величина прийнята на Міжнародному астрономічному з'їзді в 1964 р. за одиницю вимірювання між космічними об'єктами і називається астрономічною одиницею довжини (скорочено а. о. д.).

Як і інші зорі, Сонце за своїм фізичним станом перебуває в стані плазми, в складі якої виявлено близько 70 хімічних елементів. Переважаючі елементи — водень (70 % всієї маси Сонця) і гелій (29 %). Радіус Сонця 696000 км, середня густина 1,21 г/см³. Середня температура зовнішніх шарів 5600 °С, а в надрах вона перевищує 10 млн. °С. Теплова енергія Сонця зумовлена термоядерними реакціями перетворення водню в гелій.

Колосальна енергія, яку виділяє Сонце, розсіюється в космічному просторі. Дуже мала частка цієї енергії досягає Землі у вигляді рентгенівського і ультрафіолетового випромінювання, видимого світла, теплового випромінювання і радіохвиль. Атмосфера для деяких довжин хвиль непрозора, але теплове випромінювання і видиме світло вільно проникає через неї.

Тепло і світло, які випромінює Сонце, живлять енергією різні природні процеси. Тепло впливає на клімат, приводить в дію кругообіг води, відіграє велику роль при вивітрюванні і ерозії, а також створює на Землі умови, сприятливі для життя. Без цього джерела енергії не було б унікального в Сонячній системі, а можливо й у Всесвіті, рослинного і тваринного світу і найскладнішого творіння природи — людини.

Енергія, що виділяється Сонцем, залишається за величиною практично незмінною уже майже 5 млрд. років. Згідно з підрахунками учених, Сонце перебуває в головній фазі свого розвитку і буде перебувати в ній ще близько 7 млрд. років.

На сонячному диску вчені виявили темні плями, які зберігаються декілька тижнів, а також численні яскраві спалахи, що тривають по декілька годин. Безперервне випромінювання Сонцем величезної енергії супроводжується відторгненням заряджених частинок у космічний простір. Цей потік протонів і електронів називається *сонячним вітром*. Взаємодіючи з верхніми шарами атмосфери, ці частинки викликають в ній полярні сяйва, іонізують повітря і змінюють фізичний стан газової оболонки.

Активність Сонця відновлюється в середньому через кожні 11,2 року. Цей період називається *сонячним циклом*. Підвищення активності триває 4,2 року, спад—7 років. Рентгенівське випромінювання досягає Землі через 8—30 хв. після спалаху, а потік заряджених протонів і електронів приблизно через добу.

Навколо Сонця рухаються планети, які розташовані в такому порядку: Меркурій, Венера, Земля, Марс, Юпітер, Сатурн, Уран, Нептун, Плутон. Всі дев'ять планет рухаються приблизно в одній площині майже по кругових орбітах і в одному напрямку—проти годинникової стрілки (якщо дивитися з

Північного полюса над екліптикою). Планети ще називають *блукаючими зорями* бо вони описують на небі досить складні траєкторії руху, що відрізняє їх від «нерухомих» зірок. Насправді їхні зигзагоподібні шляхи серед зоряного неба є наслідком орбітального руху планет, в тому числі і Землі, на якій, як правило, перебуває їхній спостерігач.

За своїми фізичними характеристиками (масою, розмірами та ін.) планети поділяються на дві групи: внутрішні планети земної групи (Меркурій, Венера, Земля, Марс) і зовнішні планети юпітерової групи (Юпітер, Сатурн, Уран, Нептун, Плутон). Останні, за винятком Плутона, характеризуються значними розмірами (рис. 1), малою середньою густиною гірських порід, наявністю великої кількості супутників та астрономічних кілець.

Меркурій, найближча до Сонця планета, має порівняно невеликі розміри і тому тривалий час залишався недоступним для візуальних астрономічних спостережень. Новий етап у вивченні Меркурія почався в 1974 р., коли американська міжпланетна станція «Марінер-10» тричі пролетіла поблизу Меркурія і передала на Землю численні зображення поверхні планети. Схожість з Місяцем виявилась разючою. Великі рівнини Меркурія вкриті кратерами різних розмірів, місцями спостерігаються лінійно витягнуті уступи або обриви висотою 2—3 км і протяжністю сотень кілометрів. Меркурій має слабе магнітне поле і дуже розріджену гелієву атмосферу — унікальну в Сонячній системі. Допускають, що вона захоплена й утримується силою тяжіння планети з «сонячного вітру». Опівдні на екваторі Меркурія температура піднімається до 400—500 °С, а вночі падає до —160°С. Такі різкі температурні контрасти пояснюються майже повною відсутністю атмосфери. Середня-густина-гірських порід Меркурія досить висока (5,44 г/см³) і це означає, що планета має розплавлене залізо-нікелеве ядро з радіусом близько 1840 км.

Венера — наша найближча сусідка в світовому просторі — є після Сонця і Місяця найяскравішим небесним світилом, її легко можна знайти на вечірньому і ранковому зоряному небі поблизу Сонця. Поверхня Венери прихована від спостерігача потужною і досить густою атмосферою, яку вперше виявив великий російський учений М. В. Ломоносов. З того часу Венеру нерідко уявляли рідною сестрою Землі, тільки трохи теплішого — щось на зразок тропічного раю з джунглями, можливо, населеною екзотичними тваринами.

На жаль, епоха космічних польотів розвіяла романтичні уявлення. Дослідження, здійснені ученими з допомогою автоматичних космічних станцій типу «Венера», дозволили встановити, що газова оболонка складається на 97 % з вуглекислого газу, решта — азот, інертні гази, аміак, кисень і водяні пари. Несподіваним виявився хімічний склад хмар Венери: вони утворені парами сірчаної, азотної і хлороводневої кислот.

Потужна газова оболонка Венери, основним компонентом якої є вуглекислий газ, створює на поверхні Венери «парниковий ефект», внаслідок чого температура там близька до 500 °С. Густина атмосфери Венери настільки велика, що атмосферний тиск на її поверхні досягає 100 атм.

Таким чином, тропічний рай на Венері виявився справжнім «розжареним пеклом». Про ймовірність життя в таких несприятливих кліматичних, умовах не доводиться й говорити.

Як показали дані радіолокаційних зйомок Венери, на поверхні планети, особливо в її екваторіальній області, є багато кратерів, найбільший з яких має діаметр 160 км і глибину 400 м. Виявлені грандіозні тектонічні розломи, вулканічна і грозова діяльність.

Великий інтерес викликають також передані космічними станціями «Венера-9» і «Венера-10» знімки поверхні і дані досліджень ґрунту Венери. На одній з фотографій видно ділянку поверхні планети, вкриту уламками каменів, розміром в десятки сантиметрів. Виміряна густина порід — $2,8 \text{ г/см}^3$, що відповідає густині базальтів на Місяці. Планета обертається навколо своєї осі в протилежний обертання інших планет бік.

Земля, маючи схожі з Венерою розміри і масу, відрізняється від неї, як і від інших планет, киснево-азотним складом атмосфери, наявністю органічного-світу і рядом інших особливостей. Кратери, хоч і зустрічаються на Землі, але не є основною формою її рельєфу. Більш детальні відомості про Землю викладені в наступних главах.

Навколо Землі по еліптичній орбіті рухається її природний супутник— Місяць. Його середня віддаленість від планети становить 384 000 км. За своїми розмірами він майже вчетверо поступається Землі.

Місяць постійно повернутий до Землі однією стороною, однією півкулею. Пояснюється це тим, що період його обертання навколо осі відповідає періоду, обертання навколо Землі (27 діб). Лише в 1959 р., автоматичною міжпланетною станцією «Луна-3» була сфотографована зворотна невидима сторона Місяця. На унікальних фотографіях не виявилось жодних ознак життя, не кажучи вже про поселення селенітів—міфічних місячних живих Істот, схожих на; людей. Справдилися припущення вчених про відсутність на супутнику Землі будь-яких форм життя. Космічні і наземні дослідження показали, що Місяць—це величезна кам'яна куля, 85 % поверхні якого вкрито горами або «материками». Решту поверхні займають «моря»—місячні рівнини, які, на відміну від «материків», мають темніше забарвлення і розташовані в основному на видимій стороні Місяця, поверхня Місяця вкрита численними кратерами різних розмірів. На Місяці є гори і гірські хребти 3—5 км заввишки і протяжністю в сотні кілометрів.

Місячні моря—це великі лавові рівнини, покриті зверху пухкою легкою породою — реголітом, продуктом руйнування корінних порід. Дослідження

здійснені за допомогою «Лунохода-2», показали, що потужність реголіту в районі моря Ясності 1—6 м. Місячні породи мають досить високу відбивну здатність. Поверхня Місяця опівдні нагрівається до 130°C , а вночі падає до 160°C . Різкі коливання температури на поверхні супутника пояснюються відсутністю на ньому атмосфери. Газову оболонку наше найближче небесне світило не змогло утримати через свою невелику масу.

Марс, який ще називають «червоною планетою» за такий його специфічний колір на зоряному небі, Він за своїми розмірами в два рази

менший за Землю. Поверхня Марса завдяки сильно розрідженій атмосфері є доступною для досліджень із Землі. В телескопи видно оранжеву кулю з білими полярними шапками і темними прямими лініями, які тривалий час ототожнювали з каналами, виритими живими істотами.

Космічні апарати зробили з близької відстані сотні знімків марсіанської поверхні, провели дослідження складу атмосфери і ґрунту. Виявилось, що таємничі канали—зневоднені русла рік, а це означає, що десятки мільйонів років тому густішою була атмосфера планети, йшли дощі, текли ріки. Але гравітаційне поле Марса, який значно менший від Землі, не змогло утримати атмосферу, вона розсіялася в світовому просторі, а вода перетворилась у вічну мерзлоту. На Марсі виявлена найбільш грандіозна гора в Сонячній системі—вулкан Нікс Олімпік. Її висота близько 27 кілометрів, а «підосва» становить шістсот кілометрів у діаметрі. В центрі розташоване заглиблення діаметром 64 км., на дні якого видно структури, що нагадують застиглу лаву.

Навколо Марса існує дуже слабе магнітне поле. Планета оточена розрідженою атмосферою, що в 100 разів поступається земній. Складається вона на 95 % з вуглекислого газу, решта —кисень (0,1—0,4 %), азот (2—3 %), аргон (1—2%), а також волога, озон і оксиди вуглецю. Небо над Марсом червонувато-оранжевого кольору. Пояснюється це наявністю в атмосфері пилюватих частинок, що розсіюють сонячне випромінювання в червоній області спектра. Температура повітря навіть на екваторі рідко піднімається до 0 °С, а вночі знижується до лютого морозу (—70; —100 °С). Особливо холодно на полюсах— до—130 °С.

Навколо Марса обертаються два невеликих супутники—Деймос (16 км) і Фобос (27 км). Кожний із них має вигляд безформної картоплеподібної глиби, покритої невеликими кратерами і борознами.

Юпітер — найбільша планета Сонячної системи, вона більш ніж в 11 разів перевищує розміри Землі. На нього припадає 70 % всієї маси планет. Планета оточена потужною шаруватою атмосферою біло-оранжевого кольору, що складається в основному з Метану. В її складі є також аміак, молекулярний водень. В атмосфері виявлено групу малих і великих плям, серед яких найбільш відомою є «Червона Пляма» Юпітера — гігантський атмосферний смерч, що існує десятки тисяч років. Температура верхніх шарів атмосфери — 140 °С, внутрішньої частини планети 15—20 тис. градусів. Це свідчить про досить високу температуру надр планети. Юпітер оточує дуже потужний пояс радіації і сильне магнітне поле. Навколо планети обертається 16 супутників.

Вивчена поверхня чотирьох відкритих Галілеєм., супутників Юпітера: Ганімед, Калісто, Іо і Європа. За своїми розмірами вони не поступаються таким планетам земної групи, як Марс і Меркурій. Найбільш сенсаційний з них—супутник Іо. На ньому діє п'ять незвичайних вулканів. Періодично з надр супутника виринається гаряча сірка, яка потім осідає на поверхні. Інші три супутники складаються з суміші льоду і гірських порід. Між супутниками і поверхнею Юпітера розташоване тонке кільце, яке складається з уламків метеоритних речовин розміром в десятки і сотні метрів. Внаслідок інтенсивного поглинання світла воно невидиме для телескопів. Кільце було виявлене на фотографіях, зроблених космічними апаратами з близької відстані,

Сатурн за розмірами в 9 разів більший від Землі., Навколо нього виявлено

декілька кілець, тому цю планету називали смугастою. З Землі звичайно видно 3—4 кільця і щілини між ними. При близькому обстеженні за допомогою космічних апаратів виявилася більш складна картина. Виявилось, що існує більше сотні окремих кілець. Усі вони складаються з дрібненьких силікатних частинок розміром від долів міліметра до десятків сантиметрів, покритих нальотом або плівкою льоду.

Атмосфера Сатурна, як і Юпітера, в основному складається з метану, але тут вона приблизно вдвоє товща і всі процеси в ній протікають повільніше. Дивним виявилось відкриття азотної атмосфери на Титані—одному з найбільших супутників Сатурна. Решта шістнадцять супутників планети невеликі, не більше тисячі кілометрів у діаметрі і складаються з суміші льоду і гірських порід. Сатурн має потужне магнітне поле.

Уран за розмірами в 4 рази більший за Землю. Потужна атмосфера складається переважно з метану, в ній виявлені також аміак, водень і гелій. Астрономічною сенсацією стало відкриття десяти кілець Урана. Вони дуже тонкі, складаються з кам'яних частинок і мають дуже низьку відбивну здатність. Площина кілець приблизно збігається з площиною екватора. Деталі будови цих кілець, як і самої планети Уран, що мов би лежить на боці, багато в чому ще залишаються загадковими. Навколо планети обертається чотирнадцять природних супутників.

Нептун майже однаковий за розмірами з Ураном і має схожу з ним за складом атмосферу, але відмінну за структурою—в ній, зокрема, спостерігаються сильні вихори, зумовлені виділенням тепла з надр планети. Нептун розташований в 30 разів далі від Сонця, ніж Земля, що особливо ускладнює його дослідження. Навколо планети виявлено 8 природних супутників і 2 льодово-кам'яних кільця. Як і у кілець Урану, матеріал їх дуже темний, тому поверхню нею відбивається всього 3—4 % світла.

Плутон — найбільш далека планета Сонячної системи — згідно з останніми даними досліджень є подвійним утвором, що складається з двох ізольованих небесних тіл невеликої маси, які обертаються близько один від одного. Проте через відсутність неспростовних доказів Міжнародний астрономічний союз поки що утримується від офіційного прийняття гіпотези про наявність Харона — супутника Плутона.

При вивченні Сонячної системи було виявлено в будові планет і їх рухах ряд закономірностей: 1) обертання всіх планет здійснюється навколо Сонця в одному напрямі майже по кругових орбітах;

2) обертання Сонця навколо своєї осі відбувається в напрямку руху планет; 3) обертання супутників навколо планет, за винятком деяких супутників Юпітера, Урана і Сатурна, здійснюється теж в напрямі обертання планет; 4) обертання всіх планет навколо своєї осі відбувається в одному напрямі (за винятком Венери і Урана, які обертаються в зворотному напрямі). При цьому осі обертання двох названих планет ніби «лежать» на площині екліптики, в той час як осі інших планет майже прямовисні до неї; 5) орбіти планет розташовуються приблизно в одній площині; 6) відстань між орбітами планет у міру віддалення їх від Сонця збільшується приблизно вдвоє.

Між планетами типу Земля існує морфологічна схожість: їх поверхні вкриті кратерами, вони мають, невеликі розміри, високу середню густину порід, характеризуються повільним осьовим обертанням і обмеженим числом

або відсутністю супутників. На поверхні всіх малих планет виявлені метеоритні кратери.

Планети-гіганти не схожі на планети земної групи. Вони характеризуються великими розмірами, малою густиною речовини, наявністю значної кількості супутників. Всі планети-гіганти мають навколо себе кільця. Вперше цю закономірність обґрунтував український учений-астроном С.К. Всехсвятський.

2.4. Астероїди, метеорити, комети

На початку ХІХ ст. між орбітами Марса і Юпітера були виявлені космічні тіла діаметром до декількох сотень кілометрів, їх назвали *астероїдами*, або малими планетами. Вони одержують власну назву за ім'ям астронома-першовідкривача або за ім'ям відомих учених. Історичних осіб, знаменних подій і дат і т. д. Так, один з. недавно відкритих астероїдів (а всього їх відкрито уже біля 2500) одержав назву «Київ» на честь 1500-річчя з дня заснування міста. Найбільші з них—Церера (767 км), Паллада (489 км). Веста (386 км), Юнона (193 км). БІЛЬШІСТЬ астероїдів через їх малі розміри залишаються поки не відкритими.

Астероїди — неправильної форми глиби, які складаються з каменю і заліза. Ці залізно-кам'яні тіла обертаються майже по кругових орбітах навколо Сонця і утворюють своєрідний астероїдний пояс, або кільце. Частина астероїдів утворює групи і на їх орбітальний рух впливають Сонце і Юпітер. Декілька астероїдів, таких як Ікар (1,5 км в діаметрі), мають витягнуті еліптичні орбіти, рухаючись по яких вони опиняються всередині орбіт внутрішніх планет, підходять близько до Землі. Зближення астероїдів з планетами може закінчитися їх зіткненням, що трапляється дуже рідко. Внаслідок зіткнення на поверхні планет утворюються лійкоподібні заглиблення (кратери).

Астероїди є, на-думку астрономів, розсіяним матеріалом, який при виникненні Сонячної системи чомусь не утворив окремої планети і не приєднався до інших планет. Можливо, цьому завадив сильний вплив гравітаційного поля Юпітера.

Метеорити — це великі тверді частинки, що падають на Землю з міжпланетного простору, їх ще називають метеорними тілами. Від астероїдів відрізняються меншими розмірами. Щорічно на земну поверхню з космосу падає близько 40 000 т метеоритної речовини. Більшість метеоритів, увійшовши в атмосферу і нагріваючись від тертя, утворюють широкі оболонки з розжарених газів, що світяться (тому їх ще називають «падаючими зорями»). Тільки деякі з метеоритів досягають земної поверхні. Падіння супроводжується шумом, призводить до струсу ґрунту. На місці падіння утворюється воронка у формі кратера діаметром від кількох сантиметрів до кількох сот метрів.

У 1947 р. на західні відроги Сіхоте-Алін впав метеорит, маса якого перевищувала 100 т. Метеорит розсипався на уламки, деякі з них утворили кратери діаметром 11—28 м глибиною до 6 м. Дрібних уламків виявилось так багато, що їх знаходять ще й нині. Місце падіння сіхоте-алінського метеорита оголошено заповідним. Добре відомий у світі метеорит Гоба масою близько 60 т. Цей чорний обпалений камінь перебуває в південно-західній Африці в Намібії. Залізна глиба має довжину 2 м 75 см, ширину 2 м 43 см. На о.

Гренландія знайдений метеорит К'ейп-Йорк масою понад 33 т. Найбільшим метеоритним кратером вважається кратер Арізона в США діаметром 1200 м і 200 м завглибшки.

Метеорити, мають велике значення для науки про, Землю, тому детально вивчаються. На основі досліджень хімічного і мінерального складу метеорити поділяють на кам'яні—хондрити, залізні—сидерити і залізокам'яні — сидероліти. Основну масу всіх знахідок (93 %) становлять хондрити, решта (близько 7%) є залізо нікелевими. Вони мають вигляд шматків металу з заокругленими краями, вкритими ямками, що утворилися від нагрівання при терті під час спуску через повітряну оболонку Землі. Деякі метеорити містять округлі, зерна — хондри, хімічний склад який майже такий, як і Сонця. Вивчення метеоритної речовини дає цінні відомості про початковий етап формування Сонячної системи.

Комети іноді ще називають «хвостатими зірками». Вчені вважають, що комети є залишками тієї газопилової хмари, з якої утворилася Сонячна система. Вони рухаються, головним чином, по надто витягнутих еліптичних орбітах, наближаючись близько до Сонця і віддаляючись від нього за межі орбіти Плутона. Тут, на далеких окраїнах Сонячної системи, в так званій «хмарі Оорта», перебуває більшість комет. Загальна маса кожної комети мала. У складі комети Когоутека, відкритої в 1973 р., наявні, як було встановлено, молекули аміаку, метану, водню, а також сліди водяного льоду, ціанистого водню і ціанистого метилу. Останні є сильнотоксичними отруйними сполуками. В разі зіткнення з Землею комети з подібним хімічним складом можуть становити серйозну небезпеку для живої природи планети.

Коли комета наближається до Сонця, частина замерзлого матеріалу сублімується і під впливом сонячного вітру відштовхується в сторону від Сонця, утворюючи вогненний хвіст довжиною в десятки мільйонів кілометрів. Комети не гарячі тіла, їхнє світіння зумовлене розсіюванням і відбиттям сонячних променів. Кожна з комет складається з трьох частин: ядра, голови і хвоста. *Ядро*—частина комети, в якій зосереджена основна її маса. Розміри діаметра ядра від 0,5 до 50 км. Ядро, оточене туманною оболонкою, називається *комою*. Ядро з комою утворює *голову* комети. Розмір голови сягає мільйонів кілометрів. В березні 1986 р. радянські міжпланетні станції «Вега-1» і «Вега-2», а також західноєвропейська автоматична міжпланетна станція «Джотто» пройшли через голову знаменитої комети Галлея на відстані 500 км від ядра. На одержаних із станцій знімках що ядро є однорідним тілом неправильної «картоплеподібної» форми. Довжина його близько 11 км, ширина—близько 7 км. На ядрі помітні кратери і горби.

Астрономами світу відкрито близько 1000 комет. Щорічно список комет збільшується. Період обертання у них різний. У комети Галлея „яку спостерігали уже неодноразово, він становить 76 років. При відхиленні комет від орбіти можливі їх зіткнення з планетами. В результаті таких зіткнень утворюються кратери.

2.5. Поняття про географічний простір

Земля—не ізольована в космосі планета. Вона особливо тісно пов'язана з близько розташованими до неї тілами Сонячної системи—Сонцем і Місяцем. Гравітаційні поля утримують Землю на навколо сонячній орбіті. Вони ж разом

з осьовим обертанням планети викликають на поверхні планети періодичні припливи і відпливи. Рух Землі відбувається в сфері впливу сонячного вітру. Земля зазнає впливу рентгенівського та ультрафіолетового випромінювання, сприймає радіохвилі, променисту та теплову енергію, яка є рушійною силою розвитку неживої і живої природи.

Маса Землі щорічно зростає приблизно на 40000 т внаслідок падіння на її поверхню метеоритів і космічного пилу. З далекого космосу постійно надходять потоки атомних ядер, переважно водню. Космічне випромінювання і сонячний вітер—причини багатьох незвичайних природних явищ на Землі: полярних сьйв, магнітних бур, іонізації повітря тощо.

Вплив космосу Земля сприймає не пасивно. За Допомогою, .своїх індивідуальних унікальних планетарних особливостей вона трансформує вплив космосу створює середовище навколо себе, відмінне від Космічного. Потужні земні магнітне і гравітаційне поля взаємодіють з космічними, змінюючи їх усередині характеристики, надаючи їм нових якісних властивостей і кількісних величин. Більшість метеоритів, астероїдів, комет згоряють в атмосфері Землі, не Досягнувши її поверхні. З верхніх шарів атмосфери частина атомів водню, кисню відриваються від планети, виходять; за межі сил земного тяжіння—Так внаслідок взаємодії Землі з космосом утворився простір, названий М. М. Єрмолаєвим (1975) *географічним*. Географічний простір охоплює сферу взаємодії космічних факторів із земними від верхньої межі магнітосфери до поверхні Мохоровичича, тобто нижньої межі земної кори. Оскільки ця взаємодія на різних вертикальних рівнях має свої особливості, в географічному просторі прийнято розрізняти такі чотири складові частини:

1. *Близький космос*. Верхня межа—межа магнітосфери (80—90 тис. км), нижня — 1500—2000 км над Землею. Тут відбувається найбільш тісна взаємодія космічних факторів з магнітним та гравітаційним полями Землі. З захоплених магнітним полем протонів і електронів утворюється радіаційний пояс навколо) .планети.

2. *Висока атмосфера*. Нижня межа обмежена стратопаузою. В ній відбувається перетворення первинного космічного випромінювання у вторинне, нагрівання атмосфери, утворення суцільного шару озону.

3. *Географічна оболонка*. Розташована між стратопаузою і нижньою межею осадових порід, на які впливають екзогенні фактори. Це єдина оболонка в Сонячній системі і, можливо, у Всесвіті, в якій взаємодія космічних факторів із земними створила сприятливі умови для зародження й існування різних форм життя.

4. *Підстилаюча кора*. Розташована від нижньої межі дієвого шару осадових порід до поверхні Мохоровичича. Це арена ендегенних факторів, які створюють первинний рельєф планети. Різноманітні екзогенні процеси, рушійною силою яких є головним чином сонячна енергія, постійно видозмінюють первинний рельєф, особливо на його поверхні.

Г л а в а 3

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ЗЕМЛЮ

3.1. Форма і розміри планети

Уявлення про те, що Земля—куля, окремі вчені мали ще дві з половиною

тисячі років тому. Так, Піфагор (VI ст. до н.е.) вважав, що Земля має форму кулі вільно і нерухомо висить в центрі Всесвіту. Навколо неї по кругових орбітах рухаються Сонце, Місяць інші планети і небесна сфера з розсипаними по ній зорями. Всі вони мають, як і Земля, кулясту форму тобто найбільш досконалу з математичних фігур. Між Землею і сферою нерухомих зірок небесні тіла розташовані в такому порядку; Місяць, Сонце, Меркурій, Венера, Марс, Юпітер, Сатурн.

З обчислень розмірів Землі, проведених за стародавніх часів, найбільш відомі розрахунки грецького вченого Ератосфена (276—194 рр. - до н. •е.). Зробив він це напрочуд просто. Ератосфену було відомо, що під час літнього сонцестояння в Сієні (нинішньому Асуані) Сонце опівдні перебуває в зеніті, тому його відображення можна побачити на дні навіть дуже глибокого колодязя, що знаходився на острові в руслі Нілу. В той же час в Олександрії промені Сонця падають під кутом $7^{\circ}12'$ —так показали вимірювання, здійснені Ератосфеном за допомогою вертикального обеліску, встановленого у дворі знаменитої Олександрійської бібліотеки. Маючи ці відомості, Ератосфен пізніше використав-добре відому теорему Фалеса, згідно з якою перехресні кути, які утворилися при перетині двох паралельних прямих третьою прямою, рівні між собою. Паралельні лінії утворювали промені Сонця (рис. 2). Сонячні промені, вертикальні до земної поверхні в Сієні, можна було умовно продовжити до центра Землі. До центра Землі можна було продовжити і лінію обеліска, який стояв теж вертикально, але в Олександрії. Тоді кут між сонячними променями і вертикальним обеліском повинен бути таким самим, як кут біля центра Землі.. Далі потрібно було знайти, яку частину кола становить дуга, що стягувала кут між Олександрією і Сієною. Ератосфен обчислив, що вона дорівнює $1/50$ всієї довжини.

Тепер, щоб визначити величину одного градуса, необхідно було знати відстань між Олександрією і Сієною. З розповідей мандрівників, які часто подорожували по цьому колись жвавому караванному шляху, Ератосфену було відомо, що ця відстань дорівнює 5000 єгипетським стадіям. Таку міру довжини ввели ще вавилонські жерці, які знали основи астрономії. Вони розраховували, що Сонце під час рівнодення описує від сходу до заходу дугу, що дорівнює 360 діаметрам сонячного диска. Отже, за годину воно проходить дугу, що дорівнює 30 діаметрам, а за дві хвилини—відстань в 1 діаметр. За цей час на верблюді можна проїхати в середньому 157,5 метра. Сам таку відстань становила стадія — одиниця довжина яку використав Ератосфен для обчислення розмірі Землі. Довжина кола Землі, за Ератосфеном, дорівнює 252000 стадіям, а її радіус—6275 кілометраж На той час—вражаючий результат !

Істотного просування у визначенні фігури Землі вдалося добитися в 1735 р. французькому астроном; Жану Рішару, який задумав і здійснив знаменитий дослід з годинником; Рішар встановив, що маятниковий годинник, який показував точний час у Парижі, в Кайєнні (Французька Гвіана) став відставати на 2 хв 28 с за добу. Виявлений Рішаром ефект не був несподіваним для вчених того часу. Досягнутий рівень розвитку механіки давав підстави вченим роби ти висновок, що внаслідок осьового обертання Землі вона повинна бути сплюснута біля полюсів. Використовуючи результати спостережень Рішара над ходом маятникового годинника, Ньютон і його сучасник Гюйгенс вперше

визначили величину сплюснутості Землі, їх міркування зводилися до такого.

Період коливання T маятника залежить від його довжини l і прискорення сили тяжіння g :

Оскільки Рішар не змінював довжину маятника, ІР період коливань збільшився (годинник почав відставати), прискорення сили тяжіння в Кайєнні повинно було зменшитися порівняно з Парижем. Відбувається це з двох причин. По-перше, у міру віддалення від осі обертання зростає відцентрова сила. По-друге, Земля сплюснута біля полюсів, тому в Кайєнні, яка розташована біля екватора, маятниковий годинник міститься далі від центра Землі і прискорення, що створюється діючою на нього силою тяжіння (згідно з законом всесвітнього тяжіння Ньютона), менше, ніж у Парижі.

За розрахунками Ньютона, величина сплюснутості Землі становила $1/230$, що досить добре узгоджується з існуючими нині оцінками. Одержаний Ньютоном результат означає, що екваторіальний радіус Землі на $1/230$ більший полярного.

Дослід Рішара і результати обчислень Гюйгенса і Ньютона показали, що гравітаційні вимірювання— дуже ефективний засіб для визначення фігури Землі: порівняння ходу одних і тих самих маятникових годинників у двох точках на поверхні Землі, розташованих на різних широтах, дозволяє визначити сплюснутість Землі. Гравітаційні вимірювання фігури Землі були виконані лише в ХХ ст.

У XVIII і XIX ст. при визначенні фігури Землі головна роль відводилася геодезичним вимірюванням. Основна ідея їх полягала у вимірюванні довжини меридіана і в розрахунках на основі одержаних даних радіусів Землі і сплюснутості. Безпосередньо виміряти повну довжину меридіана було б надзвичайно важко, тому, як правило, обмежуються вимірюванням, довжини відрізка меридіана, який міститься між двома точками з достатньо великою різницею широт. Далі за довжиною дуги обчислюють повну довжину меридіана, а також екваторіальний і полярний радіуси Землі.

Навіть за різниці широт всього лише в 1° , тому дуги меридіана становить близько 111 км, тому виміряти її з необхідною точністю досить складно. Застосування триангуляції стало способом, який дозволив зводити вимірювання довжин до простих і високоточних вимірювань кутів. Базується триангуляція на тому, що в будь-якому трикутнику за відомою стороною і двома прилеглими до них кутами можна обчислити дві інші сторони. Отже, якщо в будь-якому місці на Землі виміряти довжину лише однієї сторони, то, вимірюючи пізніше тільки кути, можна, визначити відстань до будь-якої точки. Довжину сторони першого трикутника (довжину базису), можна визначити з високою точністю.

Винахід і застосування триангуляції звичайно прийнято пов'язувати з ім'ям відомого голландського вченого В. Снелліуса. Вимірювання базису В. Снелліуса провів у Голландії, між Лейденом і Гаагою, де він «побудував» трикутники і визначив місцеположення голландських, міст від. Алкмара до Бреди і відстані між ними.

У XVIII ст. великі французькі експедиції провели вимірювання еліпсоїда Землі і визначили на основі результатів цих робіт одиницю вимірювання довжини. Перша французька експедиція відбулася в 1723 р. Але внаслідок помилки в розрахунках фігура Землі була визначена невірно: еліпсоїд

виявився витягнутим вздовж осі обертання Землі.

Друге вимірювання довжини меридіана було здійснено на основі результатів ретельно підготовлених експедицій 1733—1743 рр. Визначити розміри земного еліпсоїда за промірюванням довжин дуг меридіанів можна тим точніше, чим більше відрізняються за широтою місця, де проводяться вимірювання. Тому було споряджено дві експедиції: одна працювала поблизу екватора в Перу, друга поблизу полярного кола в Лапландії.

Ще більш відоме стало третє вимірювання дуги меридіана, який проходить через Париж. На основі його результатів був створений еталон метра— одиниці довжини. За величину одного метра прийнято одну сорокамільйонну частину довжини паризького меридіана.

Яка ж фігура і розміри Землі за сучасними даними? На основі численних геодезичних вимірювань були запропоновані різні значення параметрів земного еліпсоїда. В країнах Східної Європи для обчислення системи координат, обробки геодезичних даних і проведення картографічних робіт використовують еліпсоїд Ф. М. Красовського.

Він, має такі параметри:

Внаслідок нерівномірного розподілу маси і неоднорідності речовинного складу Землі її фігура відхиляється від правильної форми еліпсоїда. На це відхилення впливають також гравітаційні поля Галактики. Справжню фігуру Землі назвали *геоїдом* (рис. 3). Це фігура, яку утворила б спокійна поверхня Світового океану, вільна від впливу припливів, течій, відмінностей в розподілі атмосферного тиску. Уявити собі таку поверхню на суші можна, якщо поверхню океану продовжити під континенти. В кожній точці геоїда напрямки сили тяжіння перпендикулярні до його поверхні. Геоїд незначно відхиляється від земного еліпсоїда. Підвищення геоїда над еліпсоїдом Красовського не перевищують 136 м, опускання — 162 м. Підвищення геоїда збігається з океанічною поверхнею, опускання—з поверхнею материків. Це пов'язано з неоднорідною будовою земної кори під океанами і материками.

На основі вивчення рухів штучних супутників Землі була встановлена полярна асиметрія Землі. Виявилось, що наша планета має форму кардіоїда (серцеподібну фігуру), причому північний полюс її піднятий порівняно з південним приблизно на 70—100 м. Вважають, що полярна асиметрія зумовлена дією гравітаційних полів Галактики на тіло-Землі.

Варто зазначити, що справжня поверхня Землі-відхиляється від будь-якої умовної теоретичної поверхні еліпсоїда чи геоїда. Всі нерівності рельєфу просто неможливо вписати в будь-яку відому математичну фігуру. Нагадаємо, що максимальна абсолютна висота фізичної поверхні над середнім рівнем Світового океану становить 8848 м (гора Еверест), найбільша глибина—11022 м (Маріанська западина). І все ж, незважаючи на значний перепад, абсолютних і відносних висот, спеціалісти знайшли способи для зображення рельєфу на картах з досить високою точністю.

3.2. Гравітаційне поле Землі

Навколо Землі існує поле тяжіння, зумовлене її масою. Це поле називається *гравітаційним*. Сила тяжіння з'являється як у малих, так і у великих тіл. Чим більша маса тіла, тим потужніше його гравітаційне поле БЛЯ поверхні Землі середнє значення поля $9,8 \text{ м/с}^2$. З висотою напруженість його зменшується. Теоретично гравітаційне поле Землі поширюється до

безконечності. Ближче до поверхні Землі сила тяжіння набуває дещо іншого характеру. Тут проявляються сили, які не тільки притягують, а й відштовхують тіла, що перебувають на поверхні Землі. Відштовхувальна сила зумовлена обертанням Землі навколо своєї осі і називається *відцентровою*. Рівнодіюча двох сил—гравітаційної і відцентрової— називається *силою тяжіння*. Визначається сила тяжіння масою тіл. Маса, власне, і є сила, з якою тіла притягаються в напрямі до центра Землі. Сила тяжіння сприяє утриманню тіл і предметів на поверхні Землі, а гравітаційне поле утримує на відстані супутник Землі Місяць.

Розподіл величини сили тяжіння на поверхні Землі залежить від географічної широти; із збільшенням широти вона зростає. Зменшення сили тяжіння в напрямку до екватора пояснюється двома причинами; збільшенням у цьому напрямку відцентрової сили і збільшенням відстані від центра та особливостями внутрішньої будови планети. Якби Земля була правильною нерухомою кулею, за складом однорідною від поверхні до центра, то її сила тяжіння скрізь була б однаковою і направленою до центра планети.

На полюсах, де відцентрової сили практично немає, а відстань до центра Землі найменша, сила —тяжіння найбільша і становить $9,83 \text{ м/с}^2$. На екваторі відцентрова сила і відстань найбільші, тому сила тяжіння найменша— $9,78 \text{ м/с}^2$.

Вплив гравітаційного поля на розвиток планети і її географічну оболонку величезний. Сила тяжіння визначає справжню фігуру земної поверхні—геоїд, зумовлює рухи земної кори. Під її впливом відбувається переміщення пухких гірських порід на поверхні, мас води, льоду, повітря. Гравітаційне поле Землі є однією з причин кругообігу у літосфері, атмосфері і гідросфері. В саме ж гравітаційне поле зумовлене, як уже було зазначено, масою Землі. Підраховано, що повна маса Землі становить $5,976 \cdot 10^{27}$ г. Безпосередньо цю масу виміряти неможливо, але розрахувати її порівняно просто за формулою гравітаційного тяжіння:

де k —гравітаційна стала ($6,67 \cdot 10^{-8}$); m_1 і m_2 —маси тіл, що притягуються; d — відстань між центрами тіл, см.

Об'єм сферичної Землі також легко підрахувати приблизно, оскільки радіус точно відомий з вимірювань дуг її кола. Знайдений таким чином об'єм становить $1,083 \cdot 10^{27} \text{ см}^3$.

Знаючи масу і об'єм Землі, можна знайти її густину. Вона становить $5,52 \text{ г/см}^3$, тобто в 5,52 рази більша за густину води. Встановлено, що земна кора має середню густину 2,7. Таким чином, щоб середня густина Землі дорівнювала 5,52, внутрішня частина Землі повинна бути щільнішою, ніж зовнішня. Зростання густини з глибиною можна пояснити відмінностями в хімічному складі і тією величезною силою, з якою зовнішні частини Землі тиснуть на внутрішні. Передбачається, що внутрішнє ядро має густину близько 11 г/см^3 .

3.3. Земний магнетизм

Земля—це величезний сферичний магніт. Хоча про наявність магнетизму у планети людям стало відомо давно, а вивченням його властивостей займаються вчені різних країн -світу, в природі її магнітного поля багато іде залишається нез'ясованим. Відомо, що серед дуже поширених металів тільки

залізо і нікель можуть бути постійними магнітами. Ці матеріали називаються *феромагнітними*. Але феромагнітні речовини перестають бути магнітом, якщо їх нагріти вище точки Кюрі (770 °C для заліза і 358 °C для нікелю). Оскільки температура в надрах Землі значно вища цих величин, то земне ядро, яке складається головним чином із заліза нікелю, не може бути феромагнітним через те що немає для цього відповідних умов.

Із багатьох теорій, які були висунуті для пояснення походження магнітного поля Землі, найбільш популярною нині є *теорія динамо*. Згідно з нею Земля є скоріше електромагнітом, ніж постійним магнітом: електричний струм, що якимось чином генерується внаслідок турбулентної конвекції в рідкому ядрі, утворює навколо себе поле однорідного намагнічування або постійне поле. Нез'ясованим залишається питання про джерело енергії, яке викликає конвекцію в земному ядрі, де дуже мало або зовсім немає радіоактивних елементів. Допускають три варіанти:

1) на межі між внутрішнім і зовнішнім ядром відбувається поступова кристалізація заліза з виділенням тепла; 2) внаслідок опускання заліза з мантиї вниз вивільняється гравітаційна енергія; 3) тепло виділяється при фазових змінах речовин, що спричиняються гіпотетичним розширенням Землі.

Магнітне поле Землі досягає висоти 80—90, тис. км від її поверхні. До висоти 44 тис. км магнітне поле постійне, його величина зменшується з віддаленням від земної поверхні поступово. У сфері від 44 до 90 тис. км магнітне поле змінне. Залежно від знака магнітного поля воно захоплює й утримує електрони або протони, утворюючи в верхніх шарах атмосфери радіаційний пояс. Сфера навколосемного простору, в якому знаходяться заряджені частини, захоплені магнітним полем Землі, одержала назву і *магнітосфери*.

Магнітне поле найкраще проявляється при роботі з компасом: магнітна стрілка в будь-якій точці земної поверхні встановлюється в певному напрямі. Кут відхилення між магнітним і географічним меридіанами називається *магнітним схиленням*. Воно обчислюється за північним кінцем стрілки компаса і може бути західним і східним. Лінії, що з'єднують точки з однаковим схиленням, називаються ізогонами. Нульова ізогона — це лінія, яка з'єднує точки, в яких стрілка компаса направлена строго на географічний полюс. Вона ділить земну кулю на дві частини. У зв'язку з постійною зміною елементів земного магнетизму карти магнітних схилень складають на п'ятирічні періоди, які називають *магнітними епохами*. Зараз лінія нульового схилення проходить через середні частини Північної і Південної Америки, а в Євразії проробляє дуже звивистий шлях: із Скандинавії і через Центральну Європу до Єгипту, далі до Сомалі через Гімалаї в море Лаптевих, звідки знову повертає на південь через Чукотку в Берингове море та Індокитай. З метою характеристики земного магнетизму визначають також *магнітне нахилення*, тобто кут, утворений магнітною стрілкою і горизонтальною площиною. Вільно підвищена магнітна стрілка зберігає горизонтальне положення тільки на лінії магнітного екватора, який не збігається з географічним. На північ і на південь від магнітного екватора стрілка нахилиється до земної поверхні, причому тим більше, чим вища широта. Лінії, що з'єднують точки з однаковим нахиленням, називають *ізоклінами*. Оскільки магнітні полюси не збігаються з географічними, ізокліни не збігаються з паралелями.

Магнітні полюси змінюють своє положення з року в рік. Зараз північний магнітний полюс міститься серед островів Канади і має координати 70° пн. ш. і 100° зх. д., а південний магнітний полюс розташовується в Антарктиді близько 68° пд. ш. і 143° сх. д. Вважається доведеним, що 300 млн. років тому магнітні полюси були розташовані у сучасній екваторіальній області.

Для характеристики магнітного поля біля поверхні Землі, визначають також напругу земного магнетизму. Вона обчислюється кількістю коливань стрілки за одиницю часу, або періодом її коливань, подібно до того, як сила тяжіння визначається періодом коливання маятника. Напруга магнетизму на полюсах більша, ніж на екваторі. Місця найбільшої напруги магнітного поля називаються *полюсами напруги.*

Як показують дані вимірювань, на поверхні планети часто спостерігаються магнітні аномалії. Вони проявляються у відхиленні значень елементів земного магнетизму від їх середнього значення для даного місця. Розрізняють *регіональні і локальні магнітні аномалії.* Регіональні охоплюють великі площі, вони викликані глибинними процесами. Прикладом регіональної аномалії є Східносибірська аномалія, де має місце західне схилення замість східного. Локальні магнітні аномалії пов'язані з місцевими особливостями будови земної кори (наприклад, з покладами залізних руд). Такі аномалії добре відомі, наприклад в Курську, Кривому Розі.

Магнітне поле зазнає періодичних і неперіодичних коливань. Найбільш сильні періодичні магнітні коливання одержали назву *магнітних бур.* Вони зумовлені змінами електронних потоків в атмосфері під впливом сонячного вітру.

Магнетизм має велике практичне значення. За допомогою магнітної стрілки визначають напрям сторін горизонту. На встановленні зв'язків магнітних елементів з геологічними структурами базуються магнітометричні методи пошуків корисних копалин. Дослідження палеомагнетизму Землі дозволяє відтворити історію розвитку земної кори.

3.4. Внутрішня будова Землі

Люди здавна цікавилися внутрішньою будовою нашої планети. З цією метою вони спостерігали та аналізували особливості будови геологічних пластів в місцях виходу на денну поверхню гірських порід, проникали у глибокі природні печери, копали глибокі шурфи. Вивченню надр Землі сприяло широке впровадження в ХХ ст. глибокого буріння свердловин для пошуків родовищ корисних копалин і створення підземних шахт для їх видобутку. Довгий час рекордною вважалася глибина, якої досягла свердловина в шахті Оклахома (США),—9583 м. Нині в Росії в Кольській надглибокій свердловині турбобур Допустився вже на глибину понад 12 км. Перед експедицією поставлено завдання—вийти на 14—14,5 тис. метрів.

Отже, навіть за допомогою сучасних надглибоких В свердловин можна досліджувати зразки гірських порід, видобутих тільки з поверхневих шарів земної кулі. Більш глибокі горизонти недоступні для прямих методів аналізів. Але геологи все ж винайшли методи для вивчення загальних особливостей будови надр Землі. Найбільш доступним і розповсюдженим способом дослідження глибоких шарів Землі є вивчення особливостей поширення

сейсмічних хвиль через тіло Землі. Коли відбувається землетрус, сейсмічні хвилі, що зароджуються в його фокусі, проходять через надра Землі по-різному. Ці хвилі належать до двох основних типів. *Поздовжні (первинні)* хвилі поширюються через тіло Землі точно так, як звукові хвилі .проходять через повітря. Поздовжні хвилі передають зміну об'єму, тобто по черзі стиснення і розширення гірських порід. Порівняно з іншими типами сейсмічних хвиль вони мають найбільшу швидкість, позначаються буквою *P* (від лат. *prīma*—перші, первинні), поширюються в твердих і рідких середовищах. *Поперечні {вторинні}* хвилі передають зміну форми матеріалу. Рух частин відбувається перпендикулярно до напрямку руху хвилі, поширюється , тальки в твердих середовищах і позначається буквою *S* (від лат. *sekunda*—другі). Землетрус звичайно супроводжується двома послідовними .поштовхами: спочатку—легкий струс, а пізніше—більш сильний удар. Перший показує прихід *P*-хвиль, другий—*S*-хвиль. Швидкість останніх приблизно в 1,7 раза менша від швидкості поширення поздовжніх хвиль, але руйнівна їх дія значно більша.

Співставлення сейсмограм, тобто записів форм, величини і часу проходження хвиль землетрусів, зроблених на сейсмічних станціях, розташованих у різних місцях земної поверхні, дозволяє визначити швидкість і шлях проходження хвиль через все тіло Землі. Коли б Земля була однорідним за хімічним складом тілом, то шлях хвиль через неї був би прямолінійним, швидкість скрізь однаковою. Насправді шляхи проходження хвиль мають складну форму, а швидкості зазнають стрибкоподібних змін (рис.4).

Аналіз поширення сейсмічних хвиль, що виникають при природних і штучних землетрусах (викликаних, наприклад, сильним вибухом), показує, що на глибині близько 20 км швидкість поздовжніх хвиль зростає з 6—7 км/с до 8 км/с. Поверхневий шар порід, що залягає над цією умовною границею, називається *земною корою*, а пласти, що залягають нижче,—*мантією*. Сама ж межа названа *границею Мохоровичича*—за іменем югославського сейсмолога, який в 1909 р. вперше визначив глибину її залягання. Цю. межу ще називають *границею (або поверхнею) Мохо*, або просто *розділом М*. В мантії швидкість поздовжніх хвиль поступово збільшується і на глибині 2900 км досягає 13,6 км/с, після чого на границі Гутенберга падає до 8,1 км/с, а ближче до центра знову зростає до 11 км/с.

На основі одержаних геофізичних даних, що характеризують внутрішню будову Землі, надра планети прийнято поділяти па такі основні геосфери: земну кору, мантію і ядро (рис. 5). Кожна із сфер має свої фізико-хімічні особливості.

Земна кора (А) — верхня тверда кам'яна оболонка Землі завтовшки 5—20 км на дні океанів і до 65—75 км на материках—знизу досить чітко обмежена поверхнею Мохоровичича. З глибиною тиск зростає, а температура гірських порід підвищується до 800 °С. За зміною швидкості поширення сейсмічних хвиль у земній .корі виділяють три шари: верхній—«осадовий», середній — «гранітний» і нижній — “базальтовий». Вони відрізняються хімічним і мінеральним .складом, фізичними властивостями порід, неоднаковою потужністю та географічним поширенням.

Мантія розташована на глибинах від 20 (в середньому) до 2900 км. Ця проміжна оболонка має понад 80% об'єму земної кулі. Складається з кількох

концентричних шарів, кожен з яких більш-менш однорідний: верхній (B), середній (C) і нижній (D). Верхня мантія (20-400 км) складається з дуніт-силікатних порід, багатих магнієм і залізом. Нижче дуніт, можливо, переходить в ущільнену різновидність габро-еклогіт. В середній мантії (400—1000 км) відбуваються найбільші фізико-хімічні перетворення мінералів: порушуються кристалічні сітки, стискаються електронні оболонки, щільно упаковуються атоми. В нижній мантії (1000—2900 км) атоми настільки зближені, що гірські породи набувають властивостей металів.

Верхня мантія разом із земною корою утворює тектоносферу. Особливо велику роль у тектонічних рухах відіграє *астеносфера*—так називають верхній шар мантії, речовина якого внаслідок високих температур (близько 1200°C) перебуває в розм'якшеному стані. Це підтверджується зниженням швидкості поширення сейсмічних хвиль. Астеносфера, маючи пластичні властивості і утримуючи на собі більш тверді породи, нестійка в механічному і фізико-хімічному відношенні і тому є джерелом зародження висхідних і низхідних рухів речовини. Встановлено, що багато фокусів землетрусів розташовані саме тут.

Вважають, що мантія складається з сполук оксидів кремнію, магнію і заліза. В ній тиск з глибиною зростає, а густина речовини змінюється від 3,3 г/см³ у верхніх шарах до 5,5 г/см³ в нижніх. Незважаючи на високу температуру на межі ядра (близько 3800 °C), речовина в нижній мантії перебуває в твердому стані в умовах дуже високого тиску.

Ядро Землі має радіус 3470 км, займає 16 % об'єму і становить 1/3 маси планети. Поперечні хвилі земне ядро через себе не пропускає. У зв'язку з цим допускають, що речовина тут перебуває в розплавленому стані. Однак оскільки ядро перебуває в умовах високих температур і під колосальним тиском, його властивості відмінні від властивостей рідини на поверхні Землі. Нижче границь мантії швидкість поширення поздовжніх хвиль поступово зростає до 10,2 км/с, а на глибині 4980 км швидкість стрибкоподібно збільшується до 11 км/с і ближче до центра майже не змінюється. Це дає підстави вважати, що речовина в середині ядра набуває знову властивостей твердого тіла. На цій основі ядро прийнято поділяти на рідке зовнішнє (E) і тверде внутрішнє (G) та перехідний шар (F) між ними. З приводу хімічного складу ядра висловлювались різні думки: 1) ядро Землі складається із заліза з невеликими домішками нікелю, воно утворене залізними метеоритами; 2) ядро складається із силікатних сполук і є кам'янистою речовиною з домішками заліза, дуже ущільнене високим тиском; 3) зовнішнє ядро силікатне, а внутрішнє — залізне; густина ядра скрізь більша 10 г/см³ і досягає в центрі 12 г/см³, що впливає на властивості гірських порід.

Особливості внутрішньої будови Землі, наявність в ній концентричних сфер різного складу і будови пояснюється вченими по-різному. Прихильники гіпотези Лапласа вважають, що формування оболонок відбувалося у відповідності з послідовним охолодженням різних хімічних елементів. Спочатку конденсувалися тугоплавкі залізо і нікель, які утворили ядро планети. В міру подальшого зниження температури навколо ядра нагромаджувалися більш легкі силікатні елементи і їх сполуки. В кінці охолодження планети на її поверхні утворилася тверда земна кора, в заглибленнях якої осіла вода, що виділялась з парів і газів. Подальше

вивчення давніх гірських порід показало, що в них немає ознак формування тіла з вогненно-рідкої маси уже з самого початку розвитку Землі, що робить дану гіпотезу малоімовірною.

Згідно з іншою гіпотезою неоднорідність хімічного складу оболонок Землі виникла не зразу. Вона утворилася з колись однакової за складом холодної протопланетної речовини внаслідок розігріву і часткового розплавлення гірських порід. Це і привело до диференційованого розподілу елементів первісної, речовини: з розплавленої маси в ядрі осідали важкі залізо і нікель, а в мантії нагромаджувалися більш легкі магній і кремній, а також оксиди і силікати. Дана гіпотеза найбільш повно пояснює особливості сферичної внутрішньої будови нашої планети, які були виявлені при дослідженні її надр.

Зазначимо, що далеко не всі геологи підтримують гіпотези, в яких йдеться про відмінність хімічного складу земних оболонок. Так, прихильники гіпотези фазових переходів вважають, що все тіло Землі складається з однорідних за хімічним складом гірських порід. Але під впливом дуже високого тиску і температур, що панують в надрах планети, стан хімічних елементів різко змінюється внаслідок зближення і стиснення електронних оболонок між собою, що і призводить до стрибкоподібних змін властивостей гірських порід на певних глибинах.

3.5. Добове обертання Землі

Земля здійснює повний оберт навколо осі за 24 год. 56 хв 4 с. Кутова швидкість усіх точок на її поверхні однакова і становить $15^\circ/\text{год}$. Лінійна швидкість їх ; залежить від тієї відстані, яку точки повинні пройти за період їхнього добового обертання. З найбільшою швидкістю обертаються точки на лінії екватора (464 м/с). Точки ж, що збігаються з Північним і Південним полюсами, залишаються практично нерухомими. Таким чином, лінійна швидкість точок, що лежать на одному меридіані, зменшується від екватора до полюсів. Саме неоднаковою лінійною швидкістю точок на різних паралелях пояснюється прояв відхиляючої дії обертання Землі (так званої сили Коріоліса) вправо у північній півкулі і вліво у південній на всі рухомі предмети. Відхиляюча дія особливо позначається на напрямку повітряних мас і морських течій.

Щоб механізм прояву відхиляючої дії сили Коріоліса став більш зрозумілим, пояснімо це на кому прикладі. Якщо з точки *A* в північній , півкулі в сторону Північного полюса запущено ракету, то в момент запуску напрям її руху збігається з напрямом меридіана (рис.6). Але вже в наступний момент точка *A* внаслідок обертання Землі зміститься вправо, в точку *B*. Напрямок меридіана в просторі змінюється, він відхилиться вліво. Спостерігачу, який слідкуватиме за рухом ракети, здаватиметься, що вона відхилилась вправо. Насправді це відбувається внаслідок зміни напрямку меридіана, за яким спостерігач орієнтує напрямку руху (*AC*).

Обертання Землі зумовлює швидку зміну дня і ночі. Добове обертання створює особливий ритм в розвитку фізико-географічних процесів і природи в цілому. Одним з важливих наслідків добового обертання Землі навколо осі є *припливи і відпливи* — явища періодичного коливання рівня океану, яке викликається силами притягання Сонця і Місяця, Більша з цих сил місячна, а тому вона й визначає основні риси припливних явищ. Припливні явища мають

місце її в земній корі, але тут вони не перевищують 30—40 см, тоді як в океанах в окремих випадках досягають 13 м (Пенжинська губа) і навіть 18 м (затока Фанді). Середня висота водних виступів на поверхні океанів становить близько 20 см і вони двічі на добу оббігають океани.

Механізм припливних явищ досить складний. Основна їхня суть полягає в тому, що Земля й Місяць — єдина система в обертальному русі навколо спільного центра ваги, який лежить всередині Землі на відстані близько 4800 км від її центра. Як і на всяке тіло що обертається, на систему Земля—Місяць діють дві сили: тяжіння і відцентрова. Співвідношення цих сил на різних сторонах Землі різне. На стороні Землі, оберненій до Місяця, сили притягання Місяця більші, ніж відцентрові сили системи, і рівнодійна їх спрямована до Місяця. На стороні Землі, протилежній Місяцю, відцентрові сили системи більші, ніж сили притягання Місяця, а рівнодійна їх спрямована від нього. Ці рівнодійні сили і є припливоутворювальними силами. Вони викликають підвищення води на протилежних сторонах Землі.

Внаслідок того що Земля здійснює добове обертання в полі цих сил, а Місяць рухається навколо неї, припливні хвилі намагаються рухатися відповідно з положенням Місяця, тому в кожному даному районі океану протягом 24 год. 50 хв. двічі відбувається приплив і двічі відплив. Щодобове відставання на 50 хв. зумовлене випереджаючим рухом Місяця по його орбіті навколо Землі.

Сонце також викликає на Землі припливи, хоч і втричі меншої висоти. Вони накладаються на місячні припливи, змінюючи їхні характеристики.

Незважаючи на те що Сонце, Земля і Місяць перебувають майже в одній площині, вони безперервно змінюють своє взаємне розташування на орбітах, тому відповідно змінюється їх припливний вплив. Двічі протягом місячного циклу — в новий (молодий) місяць і повний місяць—Земля, Місяць і Сонце опиняються на одній лінії. В цей час припливні сили Місяця і Сонця збігаються і виникають незвичайно високі, так звані *сігізійні припливи*. В першій і третій чвертях Місяця, коли припливні сили Сонця і Місяця направлені під прямим кутом один до одного, вони виявляють протилежний вплив і висота місячних припливів виявляється меншою приблизно на одну третину. Ці припливи називаються *квадратурними*.

Проблема використання колосальної енергії припливів і відпливів давно привертала увагу людства, але розв'язання її почалося з будівництва припливних електростанцій (ПЕС) тільки тепер. Перша ПЕС стала до ладу у Франції в 1960 р. У Росії з 1968 р. працює Кислогубська ПЕС на березі Кольської затоки. В районі Білого моря, а також в далекосхідних морях біля Камчатки запроектовано спорудити ще декілька ПЕС.

Припливні хвилі поступово уповільнюють швидкість обертання Землі, бо вони рухаються в зустрічному напрямі. Тому земна доба стає поступово довшою. Підраховано, що з причин лише водних припливів за кожні 40 тис. років доба подовжується на 1 с. Мільярд років тому доба на Землі становила лише 17 год. Ще через мільярд років доба матиме тривалість 31 год. А через декілька мільярдів Земля буде повернутою до Місяця весь час одним боком, так само, як тепер Місяць до Землі.

З обертанням Землі навколо своєї осі пов'язана її міцність, яка залежить від кутової швидкості добового обертання планети. Обертання породжує

відцентрову силу, яка прямо пропорційна квадрату кутової швидкості. Нині відцентрова сила на екваторі, де вона найбільша, дорівнює всього $1/289$ сили земного тяжіння. В середньому Земля має 15-разовий запас міцності, Сонце — 200-разовий, а Сатурн — всього 1,5-разовий у зв'язку з швидким обертанням навколо своєї осі. Його кільця утворилися, можливо, внаслідок більш швидкого обертання планети в минулому. Висувалася гіпотеза, що й Місяць утворився шляхом відриву частини маси від Землі внаслідок її швидкого обертання. Проте після вивчення зразків місячних порід цю гіпотезу відхилено, але те, що фігура Землі змінюється залежно від зміни швидкості її обертання і що цим зумовлені гороутворювальні процеси, не викликає в спеціалістів ніякого сумніву.

З добовим обертанням Землі пов'язані такі поняття, як зоряний, сонячний, поясний і місцевий час, лінія зміни дат тощо. Доба є основною одиницею для визначення часу, протягом якого відбувається видиме обертання небесної сфери проти годинникової стрілки. Відмітивши на небі початкову точку, відраховують від неї кут повороту, за яким обчислюють пройдений час. Зоряний час відраховують від моменту верхньої кульмінації точки весняного рівнодення. Ним користуються при астрономічних спостереженнях. Сонячний час (справжній, або істинний, і середній) відраховують від моменту нижньої кульмінації центра диска Сонця на меридіані спостерігача. Місцевий час — це середній сонячний час в кожному пункті Землі, який залежить від довготи даного пункту. Чим далі на схід розташований пункт на Землі, тим більший у ньому місцевий час (кожні 15° довготи дають різницю в часі на 1 год), а чим далі на захід, тим час менший.

Земна поверхня умовно поділена на 24 годинних пояси, на території яких час вважається рівним часу центрального меридіана, тобто меридіана, що проходить через середину пояса. В густонаселених регіонах межі поясів проходять по границях держав і адміністративних районів, інколи вони збігаються з природними межами. В першому годинному поясі час на одну годину більший за час нульового пояса, або середнього сонячного часу гринвіцького меридіана, в другому поясі — на дві години і т. д.

На території України, як і в багатьох інших країнах світу, щорічно запроваджується літній час з метою економії електроенергії на освітлення. Це означає, що в останню неділю березня о 2 год ночі годинникова стрілка переводиться на 1 год вперед, а в останню неділю вересня о 3 год повертається на 1 год назад. Отже, тільки взимку на території нашої держави діє час другого годинного пояса, в якому вона власне знаходиться.

Лінія зміни дат — умовна лінія, яка проходить переважно по 180° меридіану. Вона пересікає здебільшого океанічні простори і мало населені території. Зроблено це з метою уникнення певних незручностей для людей, пов'язаних з використанням календаря. Так, під час здійснення кругосвітніх подорожей люди можуть «загубити» один день або, навпаки, потрапити з сьогоднішнього в завтрашній день. Відбувається це тому, що з просуванням на захід через кожні 15° довготи втрачається одна година, а при русі на схід, навпаки—набігає по одній годині. Якщо об'їхати всю Землю, різниця становитиме цілу добу. Тому, щоб уникнути цього, у першому випадку на лінії зміни дат додають один день, у другому—той самий день лічать двічі. Це дозволило зменшити різницю у відліку часу в будь-яких двох

найвіддаленіших за довготою куточках земної кулі максимально до 12 год.

3.6. Річний рух Землі

Земля рухається навколо Сонця по орбіті, яка мало відрізняється від кола. Ексцентриситет земної орбіти становить 0,017, середній радіус орбіти 149,6 млн. км. Сонце перебуває в одному з фокусів еліпсоїдальної орбіти, Земля наближається до нього в *перигелії* (найближчій до Сонця точці орбіти) до 147 млн. км і віддаляється в *афелії* (найбільш віддаленій точці на орбіті) до 152 млн. км. У перигелії Земля буває на початку січня, в афелії—на початку липня. Тому в липні Земля одержує сонячного випромінювання на 3,4 % менше, а в січні на 3,4 % більше, ніж в середньому щоденно протягом року.

Всю орбіту Земля проходить за 365 днів 6 год. 9,6с. Середня орбітальна швидкість Землі становить 29,8 км/с. Річний рух Землі навколо Сонця можна спостерігати за безперервною зміною положення Сонця на небі: змінюється полуденна висота Сонця і положення місць його сходу і заходу. Видимий річний шлях Сонця — велике коло на небесній сфері — називається *екліптикою*.

Одним із наслідків руху Землі по еліптичній орбіті є різна тривалість пір року. Це явище пояснюється законом Кеплера: радіус—вектор Землі (пряма, що з'єднує центри Землі і Сонця) при її річному русі за один і той самий час описує однакові за розміром площі. Оскільки орбіта еліпс, то однакові за площею сектори мають різні дуги, проходження яких за той самий час вимагає різних швидкостей. Чим ближче Земля до Сонця, тим швидше рухається вона по орбіті.

Розрахунки показали, що в афелії Земля рухається з швидкістю 29,3 км/с, в перигелії — 30,3 км/с. Звідси видно, що літо в північній півкулі найдовша пора року, зима — найкоротша. Це перевищення становить 7 діб 14 год. У південній півкулі, навпаки, - довша холодна пора року на ту саму кількість діб.

Річний рух Землі в Сонячній системі і нерівномірний розподіл тепла регулюють чергування пір року на нашій планеті. Земна вісь нахилена до екліптики під кутом $66^{\circ}33'$ Тому в різні періоди річного циклу неоднакова кількість сонячної енергії досягає північної і південної півкулі. Так, у грудні переважна кількість сонячного випромінювання попадає на більш освітлену площу південної півкулі. В той самий час у північній півкулі відбувається зниження температури внаслідок зменшення кута падіння сонячних променів, що і знаменує собою настання зими. В цей період значні простори навколо Північного полюса перебувають постійно в темряві, тут панує полярна ніч. А за південним полярним колом настає полярний день. Сонячне проміння, яке досягає району Південного полюса під дуже малим нахилом, призводить тут до слабкого потепління, а точніше до зменшення морозів.

Протилежне співвідношення в положенні земної осі і розподілі тепла на поверхні планети створюється через шість місяців, тобто в липні. В цей період північні тропічні широти Землі освітлені опівдні майже прямим сонячним промінням, а на південну півкулю воно падає косо. Внаслідок цього розподіл температур діаметрально змінюється; в північній півкулі настає літо, а в південній—зима.

На півшляху між описаними літнім і зимовим положенням проміння Сонця

падає прямовисне на екватор. Це час весняного (21 березня) і осіннього (23 вересня) рівнодень з помірними температурами в, північній і південній півкулях, коли день і ніч мають однакову тривалість у всьому світі (рис. 7).

З нахилом земної осі пов'язана наявність таких: характерних паралелей, як тропіки і полярні кола.

Тропік—це паралель, широта якої визначається кутом, що доповнює кут нахилу земної осі до прямого. Тропіки є границями положення Сонця в zenіті опівдні. В дні сонцестоянь (22 червня і 22 грудня) Сонце перебуває в zenіті відповідно над одним з тропіків—північним (Козерога) або-південним (Рака). *Полярне коло*—паралель, широта якої дорівнює куту нахилу земної осі. Полярні-кола є межами поширення полярного дня і полярної ночі. У полярний .день (ніч) Сонце протягом доби і більше не заходить (не сходить). Тривалість полярного дня (ночі) закономірно зростає з широтою місця від 1 доби (полярне коло) до півроку (полюс).

Якби вісь Землі не була нахилена, до екліптики, на Землі було б завжди рівнодення при повній відсутності змін пір року. Щоправда, й тепер пори року існують не скрізь і мають неоднакову тривалість. У широкій міжтропічній смузі різниця в тривалості дня і ночі, невелика і сюди цілий рік надходить майже однакова кількість тепла. За полярними колами фактично існують тільки літо і зима, які відповідають довготривалим дню і ночі. Тільки в помірних широтах всі пори року виражені чітко, проте й тут їхня тривалість різна. В областях з морським кліматом весна і осінь тривають довго, а там, де клімат континентальний — значно менше.

Тривалість пір року на Землі не залишається сталою. Причини змін зумовлені явищами прецесії. *Прецесія*—результат неоднакового притягування Сонцем і Місяцем Землі в різних її частинах. Земля внаслідок її полярної сплюснутості має деякий надлишок маси в екваторіальному поясі. Площина екватора, як відомо, не збігається з площиною земної орбіти, тобто з площиною, в якій перебуває Сонце. Сонце притягує ближче розташовану до нього частину екваторіального потовщення Землі сильніше, ніж протилежну, намагаючись повернути площину земного екватора до площини екліптики. Але Земля як тіло, яке обертається, протистоїть цьому впливу, тому полярні осі дуже повільно описують у просторі конуси з вершиною в центрі Землі. Нахил земної осі до екліптики при цьому не змінюється.

3.7. Рух Землі і календар

Основною одиницею вимірювання коротких відрізків часу є доба, яка визначається середньою тривалістю обертання Землі навколо осі. Для більших інтервалів часу використовують іншу природну одиницю — *рік*, тобто проміжок часу, що дорівнює періоду одного оберту Землі по орбіті навколо Сонця. І тут виникає питання, від якої межі визначати цей проміжок. Найбільш стабільною є позначка в точці перетину земної орбіти умовного прямою, проведеною з центра Сонця до далекої і тому практично нерухомої зірки. Період обертання Землі відносно такої точки називається *зоряним*, або *сидеричним, роком*. Проте зміна пір року залежить від руху Землі відносно точок весняного і осіннього рівнодення, в яких небесний екватор пересікається з екліптикою. Внаслідок прецесії Ці точки рухаються

назустріч руху Землі і тому визначувана ними тривалість року, що називається *тропічним*, на 20 хв. 24 с менша сидеричного року.

Для практичного життя відлік часу за допомогою календаря, який би не розходився з сезонами року, повинен враховувати тривалість тропічного року. Але вести облік часу строго тропічними роками незручно, оскільки їхня зміна тоді відбувалася б в різні години доби (тривалість тропічного року—365 діб 5 год. 48 хв. 46 с). В Древньому Єгипті календарний рік завжди мав 365 діб, що призводило до досить швидкого сповзання відносно сезонів яскраво виражених щорічних розливів Нілу, Щоб уникнути цього, римський імператор Юлій Цезар в 46 р. провів реформу календаря, встановивши середню тривалість року в 365,25 діб, а щоб не допустити дробового числа днів, вирішив рахувати три роки підряд по 365 діб, а кожний четвертий рік — 366 діб. Цей рік згодом став називатися *високосним*.

Такий календар, названий на честь Юлія Цезаря *юліанським*, відзначається простотою і досить високою точністю. Його помилка порівняно з тропічним Роком становить одну добу на 128 років, що у побуті майже не помітно. Однак з часом була знову проведена реформа календаря, основною причиною якої послужили релігійні міркування, пов'язані з християнським святом пасхи. Справа в тому, що Нікейський собор, на якому зібралися вищі чини церкви в 325 р., встановив правила для визначення дня пасхи. Було вирішено святкувати пасху в першу неділю після появи нового місяця, що настає після рівнодення 21 березня. Так було в IV ст. Але внаслідок неточності юліанського року, який був на 11 хв 14 с довший за тропічний, настання весняного рівнодення стало згодом відбуватися раніше 21 березня. Внаслідок цього часом неможливо було виконати постанову Нікейського собору, якщо, наприклад, рівнодення наставало 15 березня, а неділя була 17-го, тобто після рівнодення, але раніше 21 березня. В такому випадку пасху треба було святкувати в різні неділі, якщо дотримуватися обох правил визначення дня пасхи.

З метою вирішення цієї неузгодженості папа римський Григорій XIII наказав ліквідувати різницю в 10 днів, що утворилася в юліанському календарі. Було вирішено, що в 1582 р. 5 жовтня вважати за 15 жовтня. Для того щоб і в майбутньому не накопичувалася помилка в календарі, домовилися наприкінці трьох століть з чотирьох вважати роки простими, а не високосними. Це створювало середню тривалість року в 365,2425, тобто на 26 с довшою від тропічного року. Згідно з григоріанським календарем, не високосними вважають ті роки, перші дві цифри яких не діляться на чотири, а останні дві є нулями. Після реформи календаря такими роками були 1700, 1800 і 1900. Таким чином, різниця між старим і новим стилем досягла 13 днів. Вона збережеться і в 2000 р., бо цей рік за григоріанським календарем буде високосним.

Новий стиль був спочатку запроваджений в країнах католицького віросповідання, а пізніше поширився по всій Європі і навіть частково за її межі. Таким чином, наш календар чисто сонячний і оснований на періоді обертання Землі по орбіті навколо Сонця. Частково в ньому є деякі ознаки і місячного календаря, який враховує період обертання Місяця навколо Землі.

Календарний рік поділяють на 12 місяців.

Російські назви місяців походять зі стародавнього Риму. Так, «январь»,

«март», «май», «июнь» названі іменами римських божеств, «февраль» за назвою свята в цьому місяці, «апрель» — від латинського слова, що означає розкриття або розгортання. «Июль» названий в честь Юлія Цезаря, «август» за іменем ператора Августа. За латинським рахунком «сентябрь» — сьомий, «октябрь» — восьмий, «ноябрь» — „дев'ятий. «декабрь» — десятий. Порядкові номери при початку рахунку з березня вказують, звідки раніше починався рік.

В українських назвах місяців знайшли яскраве відображення народом характерних сезонних, переважно кліматичних і фенологічних явищ, що закономірно чергуються в природі протягом року. Трактування змісту назви будь-якого місяця не викликає водних труднощів. Так, січень походить від слова «сікти» снігом. Лютий означає «люта зима». Березень — розпускається береза, прокидається природа. Квітень—масово з'являються перші пахучі барвисті квіти. Травень—поверхня землі вкривається соковитими травами. Червень—червоніють черешні, вишні, поспівають інші смачні солодкі ягоди. Липень — повітря наповнюється ароматом липового цвіту. Серпень—наступає гаряча пора жнив (а впродовж багатьох століть вони здійснювались, як відомо, з допомогою серпа). Вересень—здіймають жалібний прощальний вереск птахи, відправляючись на зимівлю в далекі теплі краї. Пишно цвіте верес; невгамовні бджоли збирають осінній «вересневий» мед. Жовтень — відбувало літо; трави, листя жовтіють буквально на очах. Листопад—листя осипається з дерев, тужно кружляє в повітрі, наче прощаючись зі своїм недовгим всього-на-всього сезонним життям, і осідає на поверхні землі, немов би прикриваючи від нічних холодів свою матір-годувальницю. Грудень — на поверхні ґрунту з'являються груди мерзлого ґрунту, Наближається Новий рік, а це значить, що в природі все знову почнеться спочатку.

3.8. Географічна оболонка Землі

Географічна оболонка — унікальна природна система на Землі, в якій межують, проникають одна в одну, змішуються і взаємодіють між собою літосфера, гідросфера, атмосфера і біосфера. Поєднання різних форм матерії в єдине ціле відбувається за одночасно впливу ендегенних і екзогенних факторів, перш за все енергії. Географічною вона називається тому, що поєднує в єдине ціле неживу і живу природу, а це надає оболонці яскраво виражених індивідуальних, рис і властивостей. Жодна інша земна сфера, як і будь-яка відома планетна, не мають подібного комплексного об'єднання через відсутність органічного-світу.

Найважливішими особливостями географічної оболонки є виняткове її багатство на різні види вільної енергії, надзвичайна різноманітність за агрегатним станом речовини—від вільних елементарних частинок через атоми, іони, молекули до хімічних сполук та найскладніших тіл, включаючи рослинний і тваринний світ, на вершині еволюції якого перебуває людина. Серед інших специфічних ознак варто виділити наявність в ній осадових порід, різних форм рельєфу, ґрунтового покриву, концентрацію сонячного тепла і велику активність земних речовин та різноманітність їхнього хімічного складу.

На поверхні Землі розвиваються найбільш напружено екзогенні процеси, зумовлені притоком з космічного простору сонячної енергії (діяльність води,

вітру, льоду і т. п.). Тут вони вступають у гостру суперечливу взаємодію з групою ендегенних процесів, спричинюваних внутрішнім теплом Землі (різні рухи земної кори). Все це разом узятє дозволяє твердити, що поверхня Землі і прилеглі до неї частини атмосфери і гідросфери — це область, яка якісно відрізняється від усіх інших оболонок планети (С. В. Калесник, 1955).

Істотні відмінності у розподілі енергії на земній поверхні, особливості поширення суші і океану, гірських систем, різноманітність типів речовин визначають неврівноваженість географічної оболонки, що служить основою для виникнення різноманітних рухів: потоків енергії, циркуляції повітря, води, ґрунтових розчинів, міграції хімічних елементів. Рух речовини і енергії здійснюється через різні види кругообігу в географічній оболонці, що зумовлює її цілісність.

Цілісність географічної оболонки полягає в тому, що зміна одного компонента природного комплексу неминує викликає зміну решти і всієї системи в цілому. Масштаби прояву цих змін різні: вони можуть рівномірно охоплювати всю географічну оболонку і можуть відбуватися лише на деяких її ділянках.

Географічна оболонка хоч і є органічно єдине, закономірно побудоване ціле, проте вона не одноманітна. Складовими частинами її скрізь є гірські породи, рельєф, повітряні маси, сонячне тепло, води, ґрунти, рослинний і тваринний світ, але в різних місцях на поверхні Землі вони поєднуються і взаємодіють між собою неоднаково. Різні їхнє співвідношення зумовлює значні просторові відмінності в межах оболонки. Тобто природа будь-якого регіону нашої планети несе на собі також риси оригінальності, неповторності утворюючи численні, не схожі один на одного, природно-територіальні комплекси (ПТК) або ландшафти.

Ландшафт у вузькому розумінні—це конкретна територія, однорідна за своїм походженням та історією розвитку, яка має єдиний геологічний фундамент» однотипний рельєф, клімат, однакове поєднання решти його складових компонентів. У широкому розумінні під терміном «ландшафт» розуміють всяке природне утворення — від географічної зони до окремих болотних, ярових масивів, долини ріки і т. д.

Слово «ландшафт» запозичене з німецької мови і в дослівному перекладі означає «пейзаж», «краєвид». У цьому розумінні його часто вживають художники, журналісти. Але географічний ландшафт і пейзаж—поняття не тотожні. В географії цей термін означає об'єктивно існуючу однорідну за походженням, будовою і використанням ділянку поверхні Землі. Кожен ландшафт обов'язково має свої індивідуальні властивості.

Ландшафт як географічний індивід неповторний ні в просторі, ні в часі. Неповторність ландшафту в просторі означає, що жоден з існуючих у природі ландшафтів не має своєї точної копії. Неповторність ландшафтів у часі означає, що і в геологічному минулому ніколи не було природно-територіальних комплексів, які були б точним повторенням ландшафтів сучасності.

Розвиток кожного природно-територіального комплексу відбувається не ізольовано на тій чи іншій ділянці Землі, вони перебувають у великій залежності від функціонування географічної оболонки в цілому. Тому зміни в еволюції оболонки позначаються на формуванні не тільки планетарних, а й

регіональних особливостей природи. При цьому швидкість розвитку окремих компонентів ландшафту, як правило, неоднакова. За ступенем стійкості до зовнішніх змін їх можна розташувати в такому порядку (в напрямку зменшення): літогенна основа — рельєф — кліматичні явища — води — ґрунти — рослинність — тваринний світ.

Різні компоненти природи тісно взаємодіють між собою, утворюючи в сукупності специфічну комплексну оболонку Землі. Вперше цю нову природну сферу під назвою «зовнішня оболонка Землі» виділив П. І. Броунов. Далше наукове обґрунтування «особливої фізико-географічної оболонки» було зроблено в тридцятих роках А. О. Григор'євим. Теперішню загальновизнану назву—географічна оболонка—дав в сорокових роках С. В. Калесник — автор фундаментального підручника з загального землезнавства. Дуже вагомий внесок в розвиток вчення про географічну оболонку зробив відомий український географ К. І. Геренчук (1984), який дав їй найбільш повну і багатогранну характеристику.

Деякий час географічну оболонку називали ще ландшафтною, оскільки вона складається з численної кількості природно-територіальних комплексів. Але на відміну від ПТК або ландшафтів цей термін не прижився в науці. Окремі географи вживають в науковій літературі назву «ландшафтна сфера» в розумінні, близькому до терміна географічної оболонки. Так, Ф. М. Мільков (1990) вважає, що ландшафтна сфера утворює на Землі тонкий шар (завтовшки 5—150 м), який значно відрізняється від інших великою концентрацією й активністю в ньому різних організмів. Тут міститься «фокус життя». І. М. Забелін (1959) замість терміна «географічна оболонка» вжив термін «біогеосфера», тобто запропонував характеризувати її як сферу виникнення і розвитку життя. Але ця назва, як і попередня, звужує просторові межі географічної оболонки, надто загострює увагу на біологічних аспектах дослідження і відводить другорядне місце вивченню загально географічних проблем, Невдалою виявилася і назва «геосистема», яку запропонував В. Б. Сочава (1963), бо геотопологія вивчає не географічний район, а окремі невеликі місця (ділянки) території. Цей напрям набув великого поширення в регіональних географічних дослідженнях.

Географічна оболонка як особлива за своєю будовою і властивостями сфера має межі по вертикалі. Але оскільки перехід від неї до інших оболонок здійснюється поступово, то верхня і нижня межі виявляється не досить чітко і тому якоюсь мірою їх можна вважати умовними.

Існує кілька варіантів меж географічної оболонки, які найбільш визнані.

За А. О. Григор'євим (1963), верхня межа географічної оболонки проходить у стратосфері на висоті 20—25 км, дещо нижче від шару максимальної концентрації озону. Справа в тому, що озоновий шар затримує шкідливі для організмів дози ультрафіолетового випромінювання, тому саме тут з'являються сприятливі умови для існування живих істот, в першу чергу мікроорганізмів. Нижня межа розташована під земною корою. Вся земна кора належить до географічної оболонки тому, що в ній постійно відбуваються процеси рельєфоутворення різної активності.

За С. В. Калесником (1955), верхня межа географічної оболонки лежить у тропопаузі (10—12 км від поверхні землі), оскільки вся тропосфера активно взаємодіє з усіма компонентами природи. Нижня межа міститься в земній корі

на глибині 4—5 км і відповідає середній товщі осадових порід, що утворилися, внаслідок взаємодії всіх геосфер.

Згодом С. В. Калесник визнав обгрунтованішу точку зору М. М. Єрмолаєва (1969) про поширення , верхньої межі географічної оболонки до стратоспаузи - перехідного шару від стратосфери до мезосфери—бо саме до цього рубежу проявляється тепловий вплив земної поверхні на атмосферні процеси. Нижню ж межу оболонки доцільніше пов'язувати не з усією товщею земної кори, а лише з тією її поверхневою частиною, яка взаємодіє з ендегенними і екзогенними факторами. Потужність цього шару не перевищує 500—800 м на суші. В океанах географічна оболонка пронизує всю водну товщу, в тому числі поверхневі шари донних відкладів.

Отже, до географічної оболонки повністю належать тільки гідросфера і біосфера, а літосфера і атмосфера—лише частково. Цей останній варіант меж по вертикалі дістав найбільшого схвалення. Що стосується горизонтальних розмірів географічної оболонки, то вони визначаються розмірами Землі, яка за своєю формою є замкненою сферою.

Глава 4

ЛІТОСФЕРА

4.1. Типи земної кори

Земна кора вивчена значно краще, ніж глибші сфери Землі. Як показали геофізичні дослідження, в будові земної кори беруть участь три шари порід. Верхній шар називається *осадовим*, бо він складається переважно з осадових порід: пісків, глин, вапняків і т. п. Поширений майже скрізь на планеті, але його потужність коливається в значних межах — від декількох метрів на виходах на поверхню давніх кристалічних порід до 15 км в Баренцовому морі. Середній шар називається *гранітним* за його схожість із щільністю магматичних порід—гранітів. Поширений переважно під материками, потужність його змінюється від 0 до 20 км. Верхня частина гранітів в деяких районах, наприклад на Кольському півострові, в Житомирській області, виходить на денну поверхню і доступна для безпосереднього вивчення. Нижній шар земної кори, найменш досліджений, умовно названий *базальтовим* за щільністю схожий з цією гірською породою. Як і осадові породи, має повсюдне поширення, а потужність його коливається від 3 до 40 км.

Особливості будови земної кори. під континентами і океанами послужили причиною поділу її на два типи: *континентальну* і *океанічну*. Границя між ними не збігається з межами материків і океанів, вона проходить по океанічному дну на глибинах 2000—3500 м. Досить часто виділяють ще третій тип земної кори — перехідний; в цій зоні спостерігається чергування ділянок континентальної і океанічної кори.

Континентальний тип земної кори найпотужніший. Його середня товщина 43,5 км, мінімальна (близько 20 км) — на стику з океанічною корою, максимальна (до 75 км) — під гірськими хребтами Тибету, Тянь-Шаню, Паміру. В цьому типі здебільшого добре виражені всі три шари порід—осадові, гранітні, базальтові.

Океанічний тип земної кори має малу потужність (5—20 км) при значному поширенні. Характерна його особливість—відсутність гранітного шару. Тому осадові породи незначної потужності залягають безпосередньо над базальтовими.

Для перехідного типу земної кори характерна велика контрастність, властива зонам сучасних геосинкліналей. До перехідного типу кори належить Курильська дуга, ділянки, зайняті Чорним, Середземним, Червоним і Карибським морями, а також деякі підводні хребти. Утворення перехідного типу кори пов'язане, мабуть, з активним гороутворенням.

Важливі дані про будову і потужність земної кори на одних і тих самих широтах дають гравіметричні дослідження — вивчення сили тяжіння. Нагадаємо, що її величина є рівнодіючою тяжіння маси Землі і відцентрової сили обертання планети.

Гірські хребти створюють у верхніх шарах додаткову масу і тому повинні б збільшити величину сили тяжіння пропорційно масі гір. В океанах же густина води близько 1 г/см^3 , тому сила тяжіння над її поверхнею повинна б бути меншою, ніж в горах. Низинні райони на суші займають проміжне положення тому логічно припустити, що сила тяжіння тут матиме середньо широтні значення.

Вимірювання показали, що фактично сила тяжіння на одній і тій паралелі скрізь практично однакова. Це означає, що в горах вона менша від нормальної, тобто тут проявляється, як прийнято говорити, від'ємна гравіметрична аномалія, на морі — сила тяжіння більша розрахункової і аномалія тут позитивна, на низовинах величини сили близькі до розрахункових.

Такий розподіл сили тяжіння та її аномалій пояснюють ізостазією — зрівноваженням земної кори різної густоти на верхній мантії; гірські хребти мають але легкі «корені», а океанічне дно складається переважно з важких базальтових порід (рис. 8). Якщо порушена рівновага від зміни навантаження,

земна кора поступово спливає (наприклад, при руйнуванні гір, таненні льодовиків і т. ін.) або занурюється в мантії, якщо її вага збільшується. Таким чином, земна кора ніби «плаває» на верхній мантії, а нижня межа кори дзеркально відображає рельєф поверхні Землі. В цьому відношенні кора Землі нагадує айсберга в океані. Згідно з законом Архімеда всі айсберги, щоб вони могли плавати, повинні бути глибоко занурені у воду. Чим вищий айсберг, тим більша його підводна частина. Цей самий закон можна застосувати і для земної кори — материка мають товстішу кору, ніж опущені простори океанічного дна.

Описане явище ізостазії означає, що океан — це не тільки результат наявності води в ньому; поділ земної поверхні на сушу і море зумовлений різною будовою надр Землі. Материка повністю не можуть опуститися нижче рівня Світового океану, бо вони складаються головним чином з легких гірських порід. В будові океанічного дна переважають більш важкі породи. Таким чином, материк не може перетворитися в океан, і навпаки.

Поділу земної кори на різні типи дотримуються не всі вчені. Деякі геологи вважають, що земна кора скрізь на Землі однакова. Виявлені ж відмінності з характері проходження сейсмічних хвиль і розподілі сили тяжіння пояснюються тим, що кора під океаном зазнає величезного тиску водних мас і насичена водою. Це і змінює її властивості.

Важливі відомості про будову земної кори дають дані, одержані в процесі глибокого буріння. Так, результати аналізів гірських порід, взятих з Кольської надглибокої свердловини, виявилися досить несподіваними. Там, де за геофізичними даними передбачалася наявність базальтового шару (враховуючи різку зміну швидкості проходження хвиль), свердловини пересікла світлі архейські гнейси. Це дуже змінені або метаморфізовані гірські породи осадового або вулканічного походження з високим вмістом кремнезему і, що дуже важливо, одна з головних складових частин «гранітного» шару. Виникає питання, невже всі догадки геологів і геофізиків про будову глибоких надр земної кори виявилися невірними. Ні, це не так. Надглибоке буріння ще раз показало, наскільки складні природні процеси і яка непроста будова кори. В даному випадку різка зміна швидкостей хвиль пов'язана не з переходом від «гранітного» шару до «базальтового», а з знещільненням порід за рахунок утворення тріщин в процесі звільнення води з кристалічних сіток мінералів під впливом високого тиску і температури.

Результати буріння змінили уявлення про характер змін температур із глибиною. Раніше вважалося, що в межах Балтійського щита і подібних йому регіонів збільшення температур з глибиною незначне. Очікувалося, що на відмітці близько 7 км температура досягне 50 °С, а на глибині близько 10 км— 100 °С. Насправді температура виявилася значно вищою. До глибини 3 км температура збільшувалася на 1 °С через кожні 100 м, що відповідало розрахункам. Але глибше її приріст досяг 2,5 °С на кожні 100 м, і, таким чином, на глибині 10 км температура становила 180 °С. Допускають, що висока температура—наслідок Інтенсивного теплового потоку, який іде від розігрітої мантії.

Щоб краще вивчити глибинну будову Землі, передбачається закласти декілька нових надглибоких свердловин в різних районах Землі. Деякі з них повинні досягнути границі Мохоровичича. Це означає, що в недалекому майбутньому в руки вчених попадуть унікальні зразки геологічних порід. Цілком ймовірно, що глибоке буріння дозволить виявити родовища корисних копалин, розширить уявлення людей про будову надр Землі.

4.2. Хімічний склад кори

Земна кора складається в основному з дев'яти елементів, на які припадає 99,79 % (табл. 1). Серед решти переважають титан, фосфор, марганець, фтор, сірка, стронцій, барій, вуглець, хлор, нікель. Тому, незважаючи на велику кількість можливих комбінацій хімічних елементів, число основних породоутворювальних мінералів в цілому невелике. Декілька елементів, таких як золото, срібло, мідь, сірка, платина, Вуглець у формі графіту і алмазу, зустрічаються в Чистому вигляді, але більшість елементів перебуває у вигляді хімічних сполук. Оскільки вміст кисню в земній корі є найбільшим, то хімічні сполуки з ним інших елементів тут особливо поширені. Кремній і алюміній, які займають друге і третє місце, найчастіше входять до складу силікатних мінералів. Силікати - це сполуки кремнію і кисню з іншими елементами, такими як алюміній, натрій, калій, залізо і магній. Інші мінеральні сполуки містять карбонати, сульфіді, сульфати, хлориди, фосфати, гідроксиди, нітрати і борати.

Таблиця 1. Вміст у земній корі найбільш поширених елементів

(за О. П. Виноградовий, 1959)

Елементи	Відсоток від загальної маси, %	Елементи	Відсоток від загальної маси, %
Кисень	47,2	Натрій	2,64
Кремній	27,6	Калій	2,6
Алюміній	8,8	Магній	2,1
Залізо	5,1	Водень	0,15
Кальцій	3,6	Інші	0,21

Хімічний склад земної кори безперервно оновлюється. Пояснюється це постійним переміщенням хімічних елементів у складі газів, водних і твердих розчинів. Завдяки міграції елементів між різними шарами кори, а також між материками і океанами здійснюється взаємний обмін речовин. Але дослідження хімічного складу континентального і океанічного типів показали, що між ними є помітні відмінності. В континентальній земній корі має місце підвищений вміст оксидів кремнію, натрію, калію і фосфору. В океанічному типі відмічається підвищений вміст Оксидів алюмінію, кальцію, заліза, титану, марганцю.

Хімічний склад земної кори, маса якої становить всього 1 % маси планети, відмінний від складу Землі в цілому. За даними О. Є. Ферсмана, найпоширенішими елементами Землі є (% маси): залізо—39,76; кисень—27,71; кремній—14,53; магній—8,69; нікель—3,46; кальцій—2,32; алюміній—1,79; сірка— 0,64; інші— 1,10. Середній хімічний склад земних порід близький до складу більшості метеоритів. Цю схожість підтвердили також дослідження ґрунту з Місяця, доставленого па Землю автоматичними станціями і астронавтами. Таким чином, зіставлення хімічного і мінерального складу метеоритів і інших тіл Сонячної системи свідчить про єдність походження матерії внутрішніх планет.

В природі мінерали — однорідні за складом і будовою хімічні сполуки або однорідні елементи — зустрічаються в твердому, рідкому або газоподібному стані. Основну масу становлять тверді мінерали. Кристали мінералів мають форму багатогранників, для них характерне строго закономірне розташування атомів, з яких вони складаються.

Таблиця 2. Поділ магматичних порід за вмістом кремнезему

Породи	Вміст SiO ₂ , %	Характерні породи	
		Інтрузивні	Ефузивні
Ультра основні	40	Дуніти, піроксиди, Перидотит	-
Основні	40-52	Габро	Базальт, діабаз
Середні	52-65	Діорит	Андезит
Кислі	52	Граніт	Ліпарит (ріоліт)

Мінерали визначаються за кольором, блиском, спайністю, зломом, твердістю, кольором риски, питомою густиною, розчинністю, магнітними властивостями, заломленням світлових і рентгенівських променів і з

допомогою інших спеціальних методів дослідження.

В природних умовах мінерали становлять різні поєднання і утворюють гірські породи, які за своїм походженням поділяють на три групи: магматичні, осадові і метаморфічні. Основну масу земної кори становлять магматичні гірські породи (близько 95 % її маси). Поверхня ж Землі на 73% складається з осадових порід і на 25 % — із магматичних і метаморфічних порід.

Магматичні породи утворюються з магми або лави (вилитої на поверхню магми). Породи, що утворилися з магми на глибині, називаються *інтрузивними*, а на поверхні — *ефузивними*. Магматичні породи складаються переважно з силікатів і алюмосилікатів, найважливішими компонентами яких є SiO_2 і Al_2O_3 . За вмістом кремнезему магматичні породи поділяються на чотири групи (табл. 2).

Осадові породи виникли шляхом відкладання на дні водних басейнів і земній поверхні частинок порід, зруйнованих дією вітру, води та інших, агентів вивітрювання.

Щорічно ріки виносять в океан близько 18,5 млрд. т твердої речовини і близько 3,2 млрд. т в розчиненому стані. Значна роль в утворенні осаду належить і організмам. Оцінюючи загальну кількість, осадового матеріалу, знесеного з континентів в океани за весь час існування Землі, ми одержимо величину $10,8 \times 10^8$ трл. т. Це означає, що земна кора повинна б мати середню товщину в чотири рази більшу, ніж нинішня. Отже, в природі відбувається перетворення осадових порід не тільки в метаморфічні, а й в магматичні породи.

Метаморфічні породи утворюються в процесі глибокого перетворення осадових і магматичних порід в умовах впливу величезного тиску і високої температури, а також внаслідок притоку або відтоку газів і водних розчинів. Метаморфічні породи відрізняються специфічним мінералогічним складом і набувають нових текстурних ознак, наприклад сланцюватості. До числа найпоширеніших метаморфічних порід належать глинисті сланці, гнейси, кварцити, мармури, скарни, роговики.

4.3. Історія розвитку земної кори

За останніми даними вік найбільш давніх гірських порід земної кори досягає приблизно 3,8 млрд. років. Для вивчення віку гірських порід в роках застосовують декілька геохронологічних методів, оснований на явищі радіоактивного розпаду. При цьому використовують, головним чином, радіоактивні ізотопи урану, торію, рубідію, калію, вуглецю і водню. Для деяких спеціальних робіт застосовують також багато інших ізотопів.

Названі ізотопи нестабільні, вони постійно розпадаються з характерними швидкостями розпаду, які виражають періодами напіврозпаду. Для того щоб визначити вік, необхідно знайти відношення новоутвореного елемента до маси материнського елемента. Радіоактивні ізотопи відіграють роль атомного годинника, який почав свій хід з моменту кристалізації мінералу.

З методів визначення відносного віку найбільшою популярністю користуються стратиграфічний, петрографічний і палеонтологічний. *Стратиграфічний метод* базується на вивченні положення гірських порід у земній корі. Шари, які в просторовому положенні залягають вище розглядуваних, вважаються за часом утворення більш молодими, ніж

підстиляючи їх породи. *Петрографічним методом* вирішується питання про вік шляхом порівняння мінерального складу, виду Д. і умов утворення порід, виходи яких просторово не збігаються. Найбільш широко і ефективно застосовують у геологічній практиці *палеонтологічний метод*, оснований на вивченні викопних решток вимерлих організмів. Достовірно встановлено, наприклад, що в різновікових пластах осадових порід зустрічаються комплекси залишків організмів, які характеризують розвиток тваринного і рослинного світу в ту чи іншу геологічну епоху. Порівняння цих залишків дає можливість судити про відносний вік гірських порід і скласти уявлення про еволюцію органічного світу Землі.

Історія розвитку земної кори нараховує близько-3,5—4 млрд. років. Цей час називають геологічним. Геохронологія земної кори — це поділ геологічного часу на більш дрібні одиниці часу. Геологічну історію Землі поділяють, на ери, періоди та епохи (табл. 3). Геохронологічна шкала була прийнята для загального користування на другій сесії Міжнародного геологічного конгресу в 1981 р.

Геологічні дані свідчать, що уже в архейську еру і існувала земна кора, складена породами, подібними до сучасних кристалічних і осадових. Звідси випливає, припущення, що основні геологічні процеси відбувалися так, як і в пізніші епохи,— з участю води й повітря. Очевидно, існували материки і океани, відбувалися зміни пір року, періоди потепління змінювалися , похолоданням з утворенням льодовиків. З того часу намітилася загальна тенденція розвитку структури земної кори в бік розростання платформ за рахунок геосинкліналей.

Наприкінці архейської —на початку протерозойської ери проявилися найдавніші складкоутворювальні рухи, які призвели до утворення перших платформ, або протоплатформ. Наприкінці протерозою на величезних просторах відбувалася інтенсивна складчастість, названа *байкальською*. Вона викликала підняття грандіозних складчастих структур гірських областей названих *байкалідами*. Численними розломами Із надр на поверхню Землі піднімалися лавові потоки магми, які істотно збільшували товщу земної кори.

З докембрійським етапом пов'язано формування основних родовищ різних корисних копалин — руд чорних і кольорових металів, рідких і розсіяних елементів, золота, фосфоритів, алюмінієвої сировини, графіту, слюди, кварцу, лабрадориту, граніту, мармуру і т. ін. В цей час утворилися, зокрема, родовища залізних руд Кривого Рога і Курської магнітної аномалії, багато інших, нині добре відомих і розроблюваних родовищ на території древніх тектонічних структур.

У палеозойську еру відбулися два великих тектонічних цикли — *каледонський* і *герцинський*. Каледонський тектонічний цикл (нижній кембрій — силур) почався загальним підняттям материків та гороутворенням. У середині циклу підняття змінилися опусканнями, підсилювався вулканізм. Останній етап цього циклу відзначався новими підняттями та складкоутворенням. Кожний етап циклу означав регресію або трансгресію моря, що супроводжувалося змінами клімату від континентального до океанічного характеру.

Герцинський цикл охоплював нижній девон, карбон і перм. В цілому він повторює етапи каледонського циклу: загальне підняття змінюється

опусканням, у кінці нього відбувається знову підняття. Кожний етап цього тектонічного циклу викликав істотні зміни в розподілі суші і моря, впливав на будову земної кори.

Істотні зміни в розвитку земної кори відбулися також в *мезозойсько-кайнозойському* (альпійському) тектонічному циклі. На цьому етапі розвитку Землі, який мав багато спільного з обома попередніми циклами, поруч з рослинністю значного розвитку набув тваринний світ. Саме завдяки інтенсивній діяльності Живих організмів, а також з їх залишків утворилися специфічні гірські породи і корисні копалини органогенного походження. Значні території суші в південній півкулі зазнали зледеніння.

Найновіший етап почався в *антропогеновому* періоді. На початку нього розвивалось потужне зледеніння на півночі і в помірних широтах Європи і Північної Америки. Площа максимального дніпровського зледеніння становила 47 мли км². Найзнаменнішою подією цього етапу стала поява розумної істоти — людини. На сучасному етапі внаслідок своєї господарської діяльності людство все більше впливає на природні процеси розвитку земної кори.

4.4. Вулкани

Одним з найяскравіших доказів постійного розвитку земної кори є вулкани. Вони і сьогодні досить поширені на Землі, а в минулому відіграли провідну роль у формуванні зовнішніх оболонок планети. Вулканічні явища — одні з найбільш руйнівних і катастрофічних явищ природи.

Термін «вулканізм» походить від слова, Вулькано—назви одного з Ліпарських островів, що розташовані біля узбережжя Італії. Вважалося, що тут була розташована кузня Вулкана, легендарного бога вогню і ковальської справи у древніх римлян. Між іншим, більш відомим є сусідній з ним діючий вулкан Стромболі—900-метрова гора, що викидає хмари пари вдень і світиться вночі світлом від розпеченої лави, яка міститься у лійкоподібному кратері.

Вулкани розрізняються за *розмірами, формою, будовою кратера* і підводного каналу—*жерла*. Підвищення найчастіше має конічну форму, тому його називають *конусом вулкана*. Висота конуса залежить від віку вулкана і характеру його виверження.

У центрі вулканічних підвищень розташовані величезні заглиблення — *кратери*. Діаметр деяких з них досягає 30 км. При осіданні конуса вниз утворюються *кальдери*, для яких характерні обривисті стінки і значна глибина.

Кратер безпосередньо з'єднується з жерлом — підводним каналом, по якому з глибини надходять продукти виверження. Жерло в період між виверженнями заповнене застиглою лавою, а кратер нерідко ще й водою.

Магма утворюється в земній корі або верхній мантії. Потрібна температура, як гадають, забезпечується розпадом радіоактивних елементів, хоча, можливо, додатковими постачальниками тепла є і внутрішньоземні джерела.

За активністю вулкани поділяють на діючі, заснулі і згаслі. До *діючих*, належать вулкани, виверження яких відбувалося порівняно недавно. Таких вулканів понад 600, більшість з них розташована на суші. *Заснулими* називають вулкани, дія яких відбувалася в Історичний час (наприклад, вулкани Ельбрус, Казбек). До *згаслих* належать вулкани, виверження яких

відбувалося лише в геологічному минулому, їх нараховують понад 300.

За характером виверження вулкани поділяють на три категорії: лавову, змішану і газOVO-вибухову.

До *лавової* категорії належать площинний, тріщинний і гавайський типи вулканів. Для них характерні виливи лави на величезній площі через тріщини земної кори. Такі базальтові покриви зустрічаються на території Середньо-Сибірського плоскогір'я, в Бразилії, Ісландії. Гавайський тип відрізняється від двох Попередніх тим, що виверження на великі простори відбувається через центральні канали.

Змішана категорія характеризується найбільш повним виверженням: спочатку викидаються гази і уламки, далі виливається магма, а пізніше починається тривала поствулканічна діяльність. Конуси вулканів цієї категорії високі, складаються з нашарувань вулканічних уламків і застиглої лави. Такі вулкани називають шаруватими, або стратовулканами. Прикладами можуть бути згадувані вулкани Стромболі і Вулькано, а також Етна, Везувій, багато вулканів Камчатки, Курильських островів та ін.

ГазOVO-вибухові вулкани характеризуються яскраво вираженою першою фазою. Виверженню звичайно передують сильний землетрус, після чого викидається велика кількість газу і вулканічних уламків. Викиди супроводжуються сильними вибухами. Такими є, наприклад, вулкани Мон-Пеле, Мерапі, Шивелуч, Кра-катау та ін.

Переважає більшість діючих і згаслих вулканів розташована в екваторіальній, тропічній і помірній областях. В полярних областях, в тому числі в Антарктиді, вулканічна діяльність не проявляється. Північній півкулі вулканів значно більше, ніж у Південній. Вони розташовуються, головним чином, вздовж глибинних розломів земної кори, на окраїнах материків, рифтових розломах серединно-океанічних хребтів. В середині материків вулканів немає або зустрічаються рідко. На земній кулі виділяють три вулканічні пояси: Тихоокеанський, Середземноморсько-Індонезійський і Атлантичний.

Тихоокеанський пояс простягається вздовж всього узбережжя Тихого океану. Тут нараховується 322 діючих вулкани. Найбільше їх зосереджено на Зондських, Японських і Курильських островах, на Камчатці, в Центральній і Південній Америці. Більшість вулканів розташована вздовж гігантських розломів. Найбільш відомими вулканами цього вогненного тихоокеанського кільця є Ключевська Сопка, Авачинський, Шивелуч, Фудзіяма, Катмай, Мауна-Лоа. Останній є найвищим вулканом у світі, його висота разом з підводним продовженням становить 8766 м. Розташований він на одному з Гавайських островів.

Середземно-індонезійський пояс простягається в субширотному напрямі від Альп через Апенніни, Кавказ, гори Малої Азії до півострова Малакка. Основна маса вулканів зосереджена на островах Південно-Східної Азії. Серед них є вулкан Кракатау, який став відомим після грандіозного виверження в 1883 р. Попіл, викинутий в атмосферу цим вулканом, розсіявся по всій Землі. Викликані вибухом океанічні хвилі цунамі знищили 36 тис. чоловік. Більша частина острова Кракатау опустилася під водну поверхню.

Атлантичний вулканічний пояс витягнутий в меридіальному напрямі паралельно берегам Африки і Західної Європи і належить до Серединно-

океанічного Атлантичного хребта, який на окремих відрізках виходить на поверхню (на о. Св. Олени, Вознесіння, Ісландії). Найбільш відомими тут є діючі вулкани Лакі і Гекла.

4.5. Землетруси

Зміст слова «землетрус» зрозумілий без перекладу— це трясіння землі. Точніше, *землетруси — це раптові коливання земної кори, зумовлені різного роду природними причинами*. Основна причина землетрусів — розрядка внутрішніх напружень в зонах активних рухів земної кори. Деякі землетруси зумовлені вулканічною діяльністю та наземними і підземними обвалами.

На відміну від вулканічних вивержень, землетруси часто охоплюють величезні території. Але найбільшої сили вони досягають в молодих складчастих областях вулканічних поясах і серединних океанічних хребтах. Ці зони називаються *сейсмічними*. На території України, наприклад, такими сейсмічними районами є Карпатські і Кримські гори. На решті території, яка розташована в межах Східноєвропейської платформи, можливі лише прояви землетрусів незначної сили безпечної для життя людей.

У всі часи землетруси нерідко супроводжувалися катастрофічними руйнуваннями населених пунктів і численними жертвами. Токіо, Лісабон, Скопле, Манагуа, Сан-Франциско, Ашгабат, Ташкент, Спітак та інші міста в свій час зазнали руйнівної дії землетрусів.

На Землі кожен рік буває в середньому понад 100 тис. землетрусів, з них майже десята частина відбувається людьми. Кожні 5 хв земна кора зазнає трясіння під дією поштовхів підземної стихії, отже, можна говорити про такий її стан як нормальний, а не винятковий.

Разом з тим землетруси поширені на поверхні Землі далеко не рівномірно, їх майже не буває на давніх платформах материків, їх немає в центральних районах Тихого океану, полярних областях. Більша частина епіцентрів землетрусів зосереджена в областях сучасного гороутворення.

Виділяється потужний Тихоокеанський пояс, в якому вивільняється близько 80% сейсмічної енергії Землі. Він поширений майже на всьому протязі, де океан межує з Азією, Північною і Південною Америкою, численними островами. Гадають, що вони пов'язані з переміщенням океанічної земної кори під материкову.

Менш сейсмічно активним є Європейсько-Азіатський пояс, на долю якого припадає 15% сейсмічної енергії. Він охоплює басейн Середземномор'я, Кавказ, Іран, Памір, Тянь-Шань, Гімалаї, гори Південно-Східної Азії. Небезпечними районами на схід від Тянь-Шаню є гірські системи Прибайкалля і Забайкалля, а також басейн Амуру.

До другорядних сейсмічних районів належать підводні серединно-океанічні хребти в Атлантичному і Індійському океанах, а також Східноафриканські розломи, які проходять через Червоне море, Абіссінію і Великі Африканські озера.

Аналіз поширення землетрусів показує, що вони бувають тільки там, де земна кора прорізана тектонічними розломами, де дуже високі гори знаходяться по сусідству з океанічними западинами, вздовж стиків різнорідних геологічних структур, в областях молодих складок, тобто в місцях сучасних інтенсивних тектонічних рухів земної кори.

Для оцінки інтенсивності землетрусів у балах, прийнятої у нашій країні, і

приблизного її порівняння зі шкалами інших країн можуть бути використані дані наведені в табл. 4. Інтенсивність землетрусу визначається за силою його дії на людей, ступенем пошкодження будинків та інших будівель, а також за змінами, які відбуваються в гірських породах і в ґрунтового покриві на земній поверхні.

Інтенсивність кожного окремого землетрусу оцінюється спеціалістами-сейсмологами за допомогою *сейсмографів* — приладів, що використовуються для запису сили землетрусів. На сейсмограмах фіксуються будь-які коливання землі. Чим сильніший землетрус, тим більша амплітуда коливань сейсмографічної кривої. Ці Інтенсивності, визначені у різних пунктах, наносять на карту, потім проводять *ізосейти* — лінії, що з'єднують ділянки з однаковою силою землетрусу.

Точка виникнення землетрусу — це його *фокус*, або *вогнище* (гіпоцентр), а точка на поверхні, розташована безпосередньо над фокусом,— *епіцентр землетрусу*. За глибиною фокуса землетруси поділяються на *Поверхневі*— відстань від епіцентру до гіпоцентру до 10 км, *нормальні*— 10—75, *проміжні*—75—300, *глинофокусні* — 300-700 км. Більшість землетрусів належить до типу поверхневих.

В сейсмічне активних районах ведуться систематичні спостереження за змінами властивостей гірських порід, порушеннями напруги електричного поля в атмосфері, аналізується рівень залягання підземних вод їхній хімічний склад, здійснюються спостереження поведінкою риб, тварин і птахів. Своєчасне виявлення змін у стані різних природних явищ дозволяє в окремих випадках попередити населення про можливу біду. Але частіше, на жаль, поки що доводиться констатувати недосконалість методів прогнозу землетрусів, незважаючи на те що над їх розробкою активно працюють вчені багатьох країн світу.

4.6. Поняття про геосинкліналі та платформи

Наявність стійких і рухливих ділянок земної кори, нерівномірний розподіл на Землі вулканів та сейсмічно активних зон свідчить, що ендегенні геологічні процеси перебігають на різних ділянках земної кори неоднаково. Така нерівномірність у прояві ендегенних процесів існувала і в минулому, це підтверджується особливостями поширення давніх вулканічних порід, наявністю в геологічних породах минулих епох могутніх розривних порушень, істотними відмінностями в будові материкової і океанічної кори.

Слід вказати на певну відносність поділу на стійкі і рухливі ділянки земної кори. Зовсім стійких, нерухомих ділянок земної кори не існує, бо навіть найбільш «стійкі» древні платформи піднімаються або опускаються на 0,6—1,5- см в рік. Але в рухливих областях земної кори швидкість вертикальних і горизонтальних переміщень значно більша. Враховуючи різну інтенсивність і направленість тектонічних рухів, нині прийнято розрізняти геосинкліналі, орогенічні області, материкові й океанічні платформи.

Геосинкліналями називають ділянки земної кори, що характеризуються активними диференційованими тектонічними рухами з переважанням опускання літосфери, посиленням нагромадження осадових відкладів, інтенсивним проявом магматизму і процесами гороутворення. Геосинклінальні області мають, як правило, лінійно витягнуту форму завдовжки в тисячу і завширшки в сотні кілометрів. Вони часто належать до

глибоких тектонічних розломів, що досягають меж верхньої мантії. Утворення розломів супроводжується дробленням складок земної кори з порушенням їхнього цілісного простягання, посилюється вулканічна і сейсмічна активність. Завдяки інтенсивному прогинанню і морському режиму на поверхні нагромаджуються великі товщі осадових відкладів потужністю в сотні і тисячі метрів. Головний етап завершується розчленуванням зони осадонагромадження на численні прогини і підняття.

Орогенез інколи розглядають як заключну стадію розвитку геосинкліналей. Дійсно, між ними є певна схожість: дуже велика інтенсивність тектонічних рухів, вулканічна і сейсмічна активність тощо. Але є і суттєві відмінності. В орогенічних областях яскраво переважають висхідні переміщення літосфери. Ефузивний магматизм поступається місцем магматизму інтрузивному. Загальні підняття земної кори супроводжуються посиленням зім'яттям геологічних пластів у складки і метаморфізацією гірських порід.

Геосинклінальний шлях розвитку пройшли всі древні (докембрійські) і молоді (палеозойські) платформи, гірські системи. Основні відмінності в розвитку тих чи інших геологічних структур визначаються часом їхнього утворення та інтенсивністю тектонічних процесів. На сучасному етапі розвитку літосфери існує два величезних геосинклінальних пояси — Тихоокеанський і Середземноморсько-гімалайський. Тихоокеанський пояс, витягнутий вздовж західних і східних берегів Тихого океану, перебуває на стадії власне інтенсивного геосинклінального розвитку. Він охоплює системи островних дуг і глибоководних жолобів, а також окраїнні моря. Середземноморсько-гімалайський пояс має широтне простягання і переживає заключну стадію розвитку. Він охоплює Піреней, Альпи, гірські системи Апеннін, Балкан і Криму, Карпати, Кримські гори, Кавказ, Тянь-Шань, Памір, Гімалаї та ін.

Платформами називають малорухомі ділянки земної кори, що закінчили геосинклінальний шлях розвитку. На платформах зараз немає складкоутворювальних процесів і вулканічної діяльності. Денудация поступово перетворила високі гірські хребти в горбисту місцевість, яку з поверхні прикривають досить потужні осадові відклади. Пласти осадових відкладів мають різну потужність, яка залежить від тривалості та інтенсивності опадонакопичення. Вони залягають горизонтально або мають пологі падіння. Нижній структурний ярус називають *с к л а д ч а с т о ю о с н о в о ю*, або *ф у н д а м е н т о м*. Він характеризується великою зім'ятістю пластів посиленними тектонічними рухами, що мали місце в минулому.

М а т е р и к о в і п л а т ф о р м и — це відносно стабільні області з переважанням підняття літосфери. Це найбільш древні ділянки земної кори, які утворилися в результаті підняття з надр Землі більш легких елементів подібно до шлаку в доменній печі. Платформи утворюють ядра всіх континентів: в Європі — це Східноєвропейська (Руська), Сибірська, Китайська, Індостанська; в Америці — Північноамериканська, Південноамериканська, Східнобразилійська; в Африці — Північно- і Південноафриканські; в Австралії — Австралійська; в Антарктиді — Антарктична.

На деяких ділянках платформ осадових відкладів немає і тому докембрійські магматичні (гранітоїди) і метаморфічні (гнейси, сланці) гірські

породи виходять безпосередньо на земну поверхню. Такі райони іменуються щитами. На території Східноєвропейської платформи такими є Балтійський і Український кристалічний масиви, в межах Сибірської платформи—Алданський щит. На щитах широко поширені породи архейського і протерозойського віку, з якими пов'язані великі родовища залізних руд, хрому, нікелю, міді, марганцю, золота та інших металів. Рельєф древніх і молодих платформ рівнинний.

Океанічні платформи, як і материкові, є відносно стабільними областями, але в них переважають тривалі опускання літосфери, їх межі окреслені материковими схилами й океанічними жолобами з однієї сторони і серединно-океанічними хребтами з другої. В основі океанічних плит залягає базальтовий шар. З поверхні їх горизонтально прикривають малопотужні осадові породи. Потужність кори збільшується в напрямі від серединно-океанічних хребтів до материкового шельфу, в цьому ж напрямі збільшується і вік кори, але вона молодша за материкову кору. Ці та інші особливості наводять вчених на думку, що зародження кори відбувається під океанами продовжується під континентами.

4.7. Утворення материків і океанів

Тривалий час панувала думка про незмінність положення континентів і океанів. Було прийнято, що вони виникли сотні мільйонів років тому і ніколи не змінювали свого положення. Лише зрідка, коли рівень Світового океану підвищувався, море наступало на низовини і затоплювало їх.

У середині XIX ст. відомою стала контракційна гіпотеза, яку висунув французький геолог Елі де Бомон. Вона ґрунтувалася на уявленнях Канта і Лапласа про первинний гарячий стан Землі. Згідно з цією гіпотезою, після утворення кори ядро Землі у міру подальшого охолодження зменшувалося в об'ємі. Земна кора стала для нього великою і, щоб прилягати, вона повинна була завалюватися та збиратися в складки. Виступи стали материками, завалені ділянки—океанами. Згодом австрійський геолог Зюсс дану гіпотезу виразив формулою: «Земна, куля стискується, море йде услід».

Теорія здавалася правдоподібною, але її потрібно було довести кількісно. В одній із спроб таких доказів геологи спочатку визначили ступінь стиснення в гірських хребтах. За цими даними було підраховано, що вся Земля повинна охолонути на тисячу градусів, щоб скорочення об'єму було достатнім для утворення однієї тільки гірської системи висотою в декілька тисяч метрів. Таке надмірне охолодження уявлялося нереальним. Ще складніше було пояснити, що хребти утворилися в різні періоди, а деякі з них — зовсім недавно. Гіпотезу довелося відхилити у зв'язку з недостатністю доказів «гарячого» походження Землі.

На початку XX ст. великої популярності в складній проблемі розвитку рельєфу Землі набула гіпотеза континентального дрейфу (дрейфу), висунута німецьким ученим А. Вегенером. За цією гіпотезою до верхнього палеозою існував єдиний материк Пангея. У мезозої він почав розколюватися на окремі материки, після чого почався їхній дрейф. Так відокремилися Північна і Південна Америка від Європи і Африки та утворився Атлантичний океан, Африка, Австралія та Антарктида відкололись від Азії і дрейфували поступово на нинішні свої місця, а між ними Індійський океан.

Одночасно з утворенням материків і океанів вчений пояснює формування

високих гір і численних острівних дуг. Так, утворення Кордильєр і Анд він пояснював опором руху материкам, який чинили тверді базальтові маси, змушуючи західні окраїни материків зминатись у складки. Гімалаї зобов'язані своєю висотою наповзанню Індо-Африканського материка на Азіатський, що рухався у зворотному напрямі. Це призвело до сильного випинання складок земної кори. Поява гірлянд островів вздовж: східного узбережжя: зумовлена їхнім відривом за ходом здійснюваного дрейфу.

Оригінальними є факти, що підтверджують гіпотезу А. Вегенера: різке збігання обрисів Європа Африки з обрисами Північної і Південної Америки, узгодження їхньої стратиграфії, тектонічних структур схожість їхніх палеонтологічних характеристик. Отримують пояснення аномалії в розміщенні палеокліматів (наприклад, сліди зледеніння в, сучасних тропіках або корали в арктичних широтах).

Головні заперечення проти гіпотези континентального дрейфу виникли у зв'язку з сумнівом у тому, чи може рух материкової кори здійснюватися по твердій океанічній корі. Крім того, невідомі джерела енергії які могли б викликати рух материків. Ці та деякі інші; факти змусили геологів відмовитись від гіпотези А. Вегенера. Та в середині ХХ ст. дана гіпотеза як ідея горизонтального зміщення материків почала знову відроджуватись на основі вивчення палеомагнетизму — дослідження явищ залишкової намагніченості гірських порід різних геологічних епох. Виявилося, що детальне встановлення особливостей розподілу магнітного схилення і нахилення в кожному шарі гірських порід дозволяє відтворити і, таким чином, підтвердити історію дрейфу материків.

На сучасному етапі з'явилися нові докази можливого горизонтального дрейфу материків. Припускають, що сили, здатні привести їх в рух, криються в підкорових течіях. Мантійна речовина, на якій розташовані материки, тече під впливом обертання планети, теплової конвекції та гравітаційної диференціації.

Згідно з найновішими даними, зовнішня оболонка Землі—літосфера—є мозаїкою з семи великих (Євроазіатська, Африканська, Північноамериканська, Південноамериканська, Тихоокеанська, Індо-Австралійська і Антарктична) і кількох менших плит, що переміщуються одна відносно другої. Краї плит чітко окреслені глобальними системами розподілу епіцентрів землетрусів. Можливі три типи відносного руху плит: 1) дивергенція, або розходження їх в різні сторони; 2) конвергенція, або сходження внаслідок зустрічного руху; 3) проковзання однієї відносно другої по так званих трансформних розломах (рис. 9). При розходженні плит в серединно-океанічних хребтах утворюється нова океанічна кора. Пізніше кора переміщується в горизонтальному напрямі по океанічному дну і в місцях сходження з материковою просувається під неї (виражаючись мовою тектоніки плит, відбувається субдукція океанічної плити під континентальну), в результаті чого утворюються океанічні жолоби і острівні дуги. Коли ж зіштовхуються, плити, на яких розташовані континенти, субдукції не відбувається, а формуються складчасті гори. Внаслідок саме такого виду орогенезу утворилося багато гірських хребтів, зокрема Гімалаї і Альпи.

4.8. Сучасні особливості розподілу суші і моря

Співвідношення суші і моря протягом геологічної історії Землі постійно

змінювалося. Нині з 510 млн. км³ поверхні планети океанами зайнято 361 млн. км² (71 %), а сушею 149 млн км² (29%). Більша частина материкових мас розташована в північній півкулі.

У географічному положенні материків і океанів, їх взаємному співвідношенні і обрисах берегової лінії встановлені певні закономірності. Заслуга в їх виявленні й узагальненні належить таким видатним ученим, як В. І. Вернадський, Е. Реклю, Г. М. Катерфельд. Зупинимося на деяких з них.

Материки і океани за своїм положенням є антиподами: Північний Льодовитий океан лежить проти Антарктиди, Африка з Європою – проти Тихого океану, північні материки – проти океанічної південної півкулі, Індійський океан – проти Північної Америки, Австралія – проти північної Атлантики. Лише Південна Америка своїм антиподом має сушу Південно-Східної Азії.

Всі материки, крім Антарктиди, групуються попарно: Північна Америка з Південною, Європа з Африкою, Азія з Австралією. Кожна пара утворює «материковий промінь», а всі промені сходяться до північного полюса, утворюючи так звану «континентальну зірку» (рис. 10). В кожному материковому промені південний материк дещо зміщений на схід відносно північного материка.

Континентальність північної півкулі пояснюється, на думку С. В. Калесника, пануванням висхідних рухів у помірних широтах, які компенсуються опусканнями в полярній арктичній області. Океанічність південної півкулі зумовлена інтенсивними вертикальними опусканнями в помірних широтах, які компенсуються підняттями суші в Антарктиці. Антиподність материків і океанів забезпечує рівновагу планети в умовах її обертання.

В північній півкулі материки виклинюються на південь тому, що на меридіональні материкові підняття накладаються вікові зональні опускання екваторіального поясу внаслідок зменшення полярної сплюснутості Землі. Опускання мас літосфери екваторіального — поясу і пов'язана з цим додаткова кутова швидкість зумовили ввігнутість західних узбереж Південної Америки і Африки.

Переважає підняття земної кори в північній півкулі і опускань в південній є причиною зміщення північних материків на захід, а південних — на схід. Така закономірність є наслідком ефекту обертання під дією тангенціальної сили, що виникає згідно з законом збереження моменту кількості руху. Найбільший ефект відносного зміщення приурочений до паралелей: 62° північної і південної півкуль.

4.9. Форми земної поверхні

Форми земної поверхні досить різноманітні. Серед них основними є ті, які поширені на значних площах.

Рівнини—це мегаформи (великі форми) рельєфу, які мають великі площі і незначний перепад висот. РІВНИНИ на суші бувають на різних гіпсометричних рівнях і в геологічній структурі відповідають платформам. Залежно від спрямованості новітніх рухів земної кори та дії екзогенних процесів рівнини поділяють на три типи; денудаційні, які утворені багатовіковими підняттями окремих ділянок; цокольні, які розташовані на місці розвитку платформеного-

чохла, та акумулятивні, які сформувалися в результаті вікових опускань літосфери. Як правило, рівнини за походженням складні, але найчастіше їх класифікують за морфологічними та морфометричними ознаками. Усі без винятку рівнини в результаті новітніх рухів земної кори розпались на окремі ділянки з такими морфоструктурами: низовинами, височинами, кряжами, плато.

Низовини займають частину рівнини, що залягає нижче 200 м над р. м. У геологічній структурі їм відповідають синеклізи — великі області опускання. *Височини* — ділянки рівнини, що піднімаються над навколишньою місцевістю не вище 500 м і відповідають у геологічній структурі антиклізам, щитам. *Кряжі* — витягнуті форми рельєфу, що відповідають поодиноким периферійним складкам. *Плато* — це височини, утворені майже горизонтально залягаючими шарами; осадових порід із плоскою поверхнею і стрімкими схилами. Ці своєрідні рівнини можуть мати середні висоти від 200 до 3000 м над р. м. Прикладом низька плато можуть служити Устюрт, Тургайське, Приленське. До високих належать плато Путорана, Анабарське, Великий Басейн, Колорадо й ін.

Таким чином, в поняття рівнини входять вирівняні поверхні Землі, що лежать на різних абсолютних висотах і утворені переважно екзогенними факторами: роботою рік, льодовиків, морів і процесами вивітрювання. В одних випадках відбувається накопичення осадових порід, в інших — руйнування давніх порід і їх винесення. Внутрішні сили, піднімаючи або опускаючи певні ділянки земної кулі, значною мірою визначили місце, час і висоту рівнин, що утворилися.

Гори — це теж мегаформи рельєфу, які здіймаються над рівнем моря вище 500 м і мають розчленований рельєф з стрімкими схилами і чітко окресленими вершинами. Гори прямолінійно, дугоподібно або у вигляді ізольованих підвищень простягаються на сотні і тисячі кілометрів і мають різні абсолютні висоти. За висотою гори поділяють на низькі (до 1000 м), середні (до 2000 м), високі (до 5000 м) і дуже високі (понад 5000 м над р. м.).

Гори утворюються переважно під впливом внутрішніх сил Землі. В одних випадках вони виникають переважно внаслідок зім'яття у величезні складки осадових порід і тому їх називають складчастими, в інших — внаслідок підняття на велику висоту жорстких глиб земної кори і тоді їх називають глибовими. Досить поширені також — с к я а д ч а с т о - г л и б о в і гори. Їх ще називають відродженими горами. Вони спочатку були складчастими, пізніше зазнали сильного руйнування, а в альпійську епоху окремі їх глиби знову були підняті на велику висоту. Тоді ж були зім'яті в складки більш молоді відклади.

Складчасті, гори утворилися переважно в альпійську епоху гороутворення, за геологічним віком вони порівняно молоді. Сюди належать Альпи, Карпати, Кримські гори, Кавказ, Памір, Гімалаї, а також Тихоокеанський пояс гір та ін.

Глибові гори характерні для давніх платформ. Вони утворюються внаслідок того, що ендегенні сили розколюють фундамент платформ на окремі глиби і піднімають їх на різну висоту. Такими горами є Східний Саян, Яблоновий і Становий хребти. Абіссінське нагір'я, Драконові гори і ін.

Складчасто-глибовими горами є гори Тянь-Шань, Памір, Алтай, Скелясті гори, Скандинавські гори, південна частина Великого Вододільного хребта.

Досить поширеними формами земної поверхні є *нагір'я* і *плоскогір'я*

(великі території, що охоплюють окремі хребти, міжгірні улоговини, невеликі рівнини). Різниця висот у нагір'ях не досягає значної величини, оскільки нагір'я— це частіше всього знову підняті зруйновані гірські споруди. Такими є, зокрема, нагір'я Вірменське, Станове, Яно-Оймяконське, Колимське, Корякське і Тибетське—найбільше в світі. Плоскогір'я утворилися здебільшого на місці зруйнованих мільйони років тому високих гір. Нині вони розташовані на висотах від 500 до 2000 м. Такими є, наприклад, Середньосибірське плоскогір'я, плоскогір'я Декан та ін.

4.10. Рельєф океанічного дна

Океан покриває дві третини земної поверхні, тому дослідження океанічного дна є важливою умовою для розуміння природи Землі в цілому. Проте інтенсивне вивчення дна Світового океану почалося порівняно недавно (в п'ятидесяті роки нинішнього століття). Це стало можливим завдяки розробці і застосуванню нових методів геологічних і геофізичних досліджень. Так, на сучасних океанографічних науково-дослідних кораблях здійснюють акустичну реєстрацію глибин з Допомогою ехолота, ведуться вимірювання сили тяжіння, геомагнітного поля, теплового потоку. Одержані результати були покладені в основу подальшої розробки вчення про історію розвитку земної кори.

В рельєф дна входять такі елементи: 1) материкова обмілина (шельф) з глибинами від 0 до 200 м, що є продовженням під поверхнею моря прибережної частини материка; 2) материковий схил (глибиною до 2500 м) — більш стрімка частина дна океану, перехідна від шельфу до ложа океану; 3) ложе океану глибиною від 2500 до 6000 м; 4) глибоководні западини і жолоби (розломи земної кори) з глибинами понад 6000 м.

Здавалося б, що океан повинен бути найглибшим десь у своїй середній частині. В дійсності це не так.

Як показала топографічна зйомка океанічного дна, найбільші глибини розташовані поблизу суші, на краю океану. Центральні райони мають менші глибини. Так само розміщені на материках високі гірські хребти—за деяким винятком (наприклад, Гімалаї) вони розташовані не на середині материків, а па їхніх окраїнах, звернених до глибоководних жолобів.

Таке парадоксальне розміщення глибоководних западин, обмілин і гірських хребтів тісно пов'язане з умовами-утворення материків і дна океанів. Багато жолобів розташовано вздовж західної і південно-східної окраїн Тихого океану. Вздовж материкової сторони океанічних жолобів розташовані острівні і континентальні дуги, де відбуваються сильні землетруси і вулканічні виверження. Слід відмітити, що океанічні жолоби і дуги завжди зустрічаються разом, що свідчить про їх активний сучасний розвиток.

Серед основних елементів підводного рельєфу дна-Світового океану особливо цікаві серединно-океанічні хребти. Це теж пояси сучасного гороутворення, але-на відміну від геосинкліналей гори тут виростають не-на стику материків і океанів, а звичайно в межах поширення океанічної кори.

Серединні хребти — величезні підвищення літосферні до 3,5—4 км заввишки і 800—3500 км завширшки в центральних частинах всіх океанів загальною протяжністю понад 60 тис. км (тобто в півтора рази більше за довжину Землі по екватору). Характерна риса цих хребтів—наявність у кожному з них глибокої рифтової ущелини до 1 км завглибшки, яка

розташована в осьовій лінії хребтів. Системи жолобів і гряд, які тягнуться паралельно центральному хребту, одержали назву *рифтових зон*. Особливо добре вони виражені в Атлантичному і Індійському хребтах. У поперечному напрямі хребти перерізають глибокі розриви, в тому числі так звані трансформні розломи, по яких окремі частини або блоки гір нерідко взаємно зміщені на сотні кілометрів.

Рифтові зони характеризуються високою сейсмічністю і вулканічною активністю. Сейсмічність пов'язують з виходом на поверхню по рифтових розломах мантийної речовини. Оскільки цей процес триває без перерв, відбувається спрединг (розсування) океанічного дна від серединно-океанічних хребтів в сторону глибоководних жолобів континентів.

В теорії розсування або спредингу океанічного дна стверджується, що океанічне дно розірване розломами глобальної системи серединно-океанічних хребтів і що роз'єднані сегменти кори рухаються в протилежні сторони від осьового рифту. Швидкість переміщення Дна становить 1—8 см на рік. Досягнувши приблизно через 200 млн. років окраїн континентів і глибоководних жолобів, кора поступово пересувається вниз, під материкову кору і, можливо, знову повертається в мантию.

Дуже популярна нині теорія спредингу океанічного дна підкріплена цілим рядом фактів. Основні з них такі. Серединно-океанічні хребти майже не мають осадових відкладів, отже, вони за віком дуже молоді. Позитивні аномалії сили тяжіння над підводними хребтами свідчать про наявність під ними важких порід. Осьовий рифт обмежений парними системами магнітних аномалій з різною полярністю. Безпосередньо над рифтовими розломами спостерігається підвищений тепловий потік, зумовлений виходом тут на поверхню мантийної речовини.

Є й інші вагомні докази спредингу. Океанічна кора значно молодша за материкову, її гірські осадові породи не старші юрського віку. При цьому вік відкладів зростає, а їхня потужність збільшується в міру віддалення від серединно-океанічних хребтів. Встановлено переміщення тропічних коралових рифів разом з океанічним дном в сторону континентів, що теж підтверджує горизонтальні рухи океанічної кори.

Система серединно-океанічних хребтів належить не тільки до океанічного дна, вона поширюється і на материки. Так, вважають, що Каліфорнійська затока, Червоне море, Аденська затока, рифтові долини Східної Африки, озеро Байкал належать до структур раннього поділу кори в тих місцях, де починається формування серединно-океанічних хребтів або де вони пересікаються з континентами.

4.11. Гіпсографічна крива

Наочне уявлення про вертикальне розчленування рельєфу Землі та про співвідношення площ різних ступенів висот і глибин дає гіпсографічна крива. Її будують в системі прямокутних координат шляхом відкладання висот і глибин по осі ординат, а площі— по осі абсцис (рис. 11).

Аналіз гіпсографічної кривої показує, що на суші переважають висоти менші 100 м, на які припадає близько 70 % поверхні суші. Середня висота суші становить 875 м. В океані домінуючими є глибини в межах від 3000 до

6000 м (близько 50 % площі земної поверхні). Середня глибина Світового океану — 3794 м.

Звертає на себе увагу певна симетричність в характері кривої в лівій (материковій) і правій (океанічній) частинах, їхня симетричність зумовлена тим, що і значні висоти, і великі глибини океану займають невеликі площі земної поверхні (відповідно 1,6 і 1 %). Тому крива на цих відрізках графіка стрімко опускається. Решта кривої плавно спускається зліва направо. Перегин кривої (він відповідає материковому схилу) відокремлює материкову частину кривої від океанічної. Гіпсографічну криву можна розглядати як узагальнений ідеальний профіль поверхні твердої земної кори. Зміна нахилу кривої відповідає характерним ступеням висот на суші і глибин в океанах. Гіпсографічні криві використовують при створенні картографічних робіт, коли потрібно виявити характерні рівні рельєфу для обґрунтування висоти перетину горизонталіями.

Хоч на графіку найбільші і найменші висоти розташовані на протилежних кінцях гіпсографічної кривої, фактично на Землі в ряді випадків високі гори на суші і глибокі западини в океані розташовані по сусідству. Це спостерігається вздовж Тихоокеанського узбережжя, де материкові і острівні гори нависають над численними океанічними жолобами. В цих областях особливо активно проявляється взаємодія ендегенних і екзогенних факторів.

Глава 5

АТМОСФЕРА

5.1. Склад повітря

Атмосфера — це легка газова оболонка, що оточує Землю. Незважаючи на свою невелику масу (5×10^{15} т), атмосфера займає найбільший об'єм у географічній оболонці і відіграє в ній надзвичайно велику роль. Атмосфера підтримує різні форми життя на Землі і виконує інші важливі функції.

Атмосфера є сумішшю газів і завислих у повітрі, частинок. Хімічний склад сухого чистого повітря такий: азот ~ 78,10 %, кисень — 20,93, аргон — 0,93, вуглекислий газ—0,03%, водень, гелій, неон, криптон, ксенон і ін.— 0,01%. Ці співвідношення залишаються незмінними на десятки кілометрів у висоту.

Важливою складовою частиною атмосфери є водяна пара, хоча її загальний вміст не перевищує 3% її об'єму. Більша частина пари знаходиться в повітрі до висоти 3000 м. Кількість пари змінюється залежно від температури. У холодному повітрі можуть міститися долі відсотка водяної пари, а в повітрі деяких жарких тропічних областей її кількість може досягати 4%.

Завислі частинки в атмосфері — це леткі органічні речовини, промисловий дим і сажа, вихлопні гази машин. краплі води і кристали льоду, земний і космічний пил, вулканічний попел тощо. Ці частинки мають в основному мікроскопічні й ультрамікроскопічні розміри, вони розсіяні в атмосфері над планетою. Всі частинки, особливо кристалики льоду в хмарах, сприяють поглинанню, відбиттю і розсіюванню деякої частини сонячного проміння.

Вони виконують функції ядер (центрів), навколо яких конденсується водяна пара.

Атмосфера розвивалася разом із Землею. За сучасними уявленнями, первинна атмосфера складалася з водню і гелію — найпоширеніших елементів у космосі. Вони у великій кількості входили до складу пилювато-газової хмари, з якої утворилася Земля.

На другій стадії атмосфера стала вуглекислою. Цей газ поступав, як і зараз, з надр Землі при вулканічних виверженнях, які на земній кулі були дуже інтенсивними. Водень і гелій були майже повністю втрачені внаслідок їх дисипації (розсіювання) під впливом розігрівання надр Землі. Вуглекисла стадія закінчилася в кам'яно-вугільному періоді, коли, зелені рослини в процесі фотосинтезу, поглинаючи вуглець, почали виділяти в повітря вільний кисень. З кінця палеозою атмосфера набула сучасного складу.

Кисень є одним з найпоширеніших і найважливіших елементів на Землі. Він необхідний при диханні людей, тварин, численних мікроорганізмів, входить до складу білків, жирів і вуглеводів, бере активну участь в біологічному кругообігу речовин. Кисень входить до складу багатьох гірських порід і мінералів.

Азот—найпоширеніший газ в атмосфері. Крім того, він є обов'язковою складовою частиною різноманітних органічних сполук. В кругообігу азоту велику роль відіграють специфічні, так звані азотфіксуючі групи мікроорганізмів. Азот—один з найважливіших елементів живлення рослин, який значною мірою визначає їхню продуктивність.

Якщо вміст кисню й азоту в повітрі практично не змінний протягом мільйонів років, то кількість вуглекислого газу досить непостійна. Нині його загальний вміст у повітрі значно збільшується внаслідок зростаючих викидів шкідливих речовин промисловими підприємствами, зменшення площ лісових масивів. В шарі повітря, що безпосередньо прилягає до поверхні Землі, кількість вуглекислого газу зазнає добових змін. Вночі його дещо більше, ніж вдень. Пояснюється це тим, що вуглекислий газ поглинається рослинами тільки в денний час. Вся рослинність земної кулі протягом року поглинає з атмосфери близько 550 млрд. т вуглекислого газу і повертає їй близько 400 млрд. т кисню.

Особливий інтерес для наукових досліджень останніми роками становить озон. Цей газ, на відміну від інших складових повітря, має певний специфічний приємний запах, який ми відчуваємо, наприклад, при диханні після сильної літньої зливи з численними розрядами блискавок. Озон утворюється з атмосферного кисню в основному на висотах від 15 до 50 км (з максимумом нагромадження його на висотах близько 23—27 км) під дією ультрафіолетового проміння Сонця. В молекулах кисню міститься по два атоми, а в молекулах озону—три. Під дією ультрафіолетового випромінювання Сонця молекули кисню (O_2) розпадаються на атоми (O) і потім окремі з них приєднуються до молекул, утворюючи триатомні молекули і озону (O_3). При грозових розрядах теж відбувається розпад і відновлення молекул кисню, а тому в незначних кількостях утворюється і озон.

Загальна кількість озону в атмосфері незначна. Коли б можна було зібрати його в один шар при нормальному атмосферному тиску і температурі $0\text{ }^\circ\text{C}$, то товщина цього шару становила б всього 2—3 мм. Але, незважаючи на таку

мізерну кількість, озон відіграє дуже важливу роль. Справа в тому, що озон поглинає більшу частину ультрафіолетового проміння сонячного випромінювання і захищає все живе на Землі від надмірного опромінення.

Проте останніми роками встановлено, що потужність озонового шару зменшується, а над Антарктидою утворилася навіть велика озонова діра. Гадають, що це пов'язано з широким застосуванням в промисловості фреонів, з виробництвом хлорної продукції, дією ракетного палива. Нині розроблена і здійснюється в багатьох країнах світу комплексна програма по охороні і відновленню як озонового шару, так і повітряної оболонки в цілому.

5.2. Будова атмосфери

Атмосферу за рядом особливостей прийнято умовно поділяти на ряд концентричних шарів різної товщини, кожному з яких притаманні деякі спільні риси. Шари відрізняються один від іншого температурою, і вологістю, циркуляцією повітря та іншими елементами. У 1962 р. Всесвітньою метеорологічною організацією прийнято такі назви шарів атмосфери: тропосфера, стратосфера, мезосфера, термосфера, екзосфера (рис. 12).

Тропосфера — нижній і найщільніший шар атмосфери. У цьому шарі, який безпосередньо прилягає до Землі, зосереджено близько 80% усієї маси повітря. Над полюсами його потужність становить 8 км, над екватором— 16 км, в середньому— 11 км. Такий неоднаковий розподіл потужності зумовлений термічними особливостями різних широт та обертанням Землі навколо осі. Температура від земної поверхні знижується з висотою в середньому на $0,6^\circ$ на кожні 100 м. При середній для всієї Землі річній температурі повітря $+14^\circ\text{C}$ на верхній межі тропосфери вона опускається до -56°C . Для тропосфери характерне горизонтальне й вертикальне перемішування повітряних мас, що зумовлює сталість її хімічного складу. Постійний рух повітря в тропосфері часто супроводжується утворенням хмар і випадінням опадів.

Пил і водяна пара зосереджені переважно в нижній частині атмосфери. Кількість водяної пари з висотою зменшується, бо знижується температура. Тому більша частина хмар зосереджена в нижніх шарах тропосфери. Висота звичайних зливових хмар коливається від 3 до 8 км, а в тропічних областях вони можуть перебувати значно вище—на висотах від 15 до 18 км.

Стратосфера розташовується безпосередньо над тропосферою і простягається від 11 до 50—55 км. Нижня стратосфера ізотермічна: її температура стала і становить -56°C . Але, починаючи з висоти 25 км, температура в стратосфері швидко зростає, досягаючи на висоті 50 км позитивних значень — від 1 до 5°C . В стратосфері мають місце сильні горизонтальні рухи типу струминних течій. Вертикальні переміщення повітря в стратосфері слабо розвинені, але вони сприяють перемішуванню повітря. Склад повітря такий самий, як і тропосфери.

В стратосфері дуже мало завислих частинок. Інколи на висоті 20—30 км утворюються перламутрові хмари, що складаються з кристаликів льоду. Крізь стратосферу безперервно проходить метеоритний пил, і час від часу сюди потрапляє вулканічний попіл. Дуже дрібні частинки вулканічного пилу, що надзвичайно повільно осідають, поступово розносяться вітрами над усією

планетою, забарвлюючи в яскраві кольори схід і захід Сонця протягом тривалих місяців після виверження. Наявність великої маси вулканічного Попелу в атмосфері знижує кількість сонячного випромінювання, що досягає поверхні Землі. Вважають, що надлишок вулканічного попелу в повітрі може бути причиною похолодання клімату і навіть сприяти утворенню льодовиків.

Важливою специфічною ознакою стратосфери, є наявність в ній шару озону. Найбільша концентрація цього газу виявлена на висотах 23—27 км. Озон починає ультрафіолетове проміння; на межі атмосфери воно становить близько 7% загального, потоку сонячної радіації, а до земної поверхні доходять лише соті долі відсотка.

Мезосфера розташована на висоті від 50—55 км до 80—85 км. Для неї характерне дуже швидке зниження температури з висотою. За допомогою супутників і ракет в мезосфері зареєстровано абсолютний мінімум для атмосфери (-143°C). Поблизу верхньої межі температура знижується до -70 — -90°C . Внаслідок швидкого падіння температури з висотою тут дуже розвинена турбулентність. Вітер у мезосфері відзначається великою змінністю. Взимку переважають західні вітри з максимальними швидкостями близько 100 м/с, а влітку—східні.

На висотах, близьких до верхньої межі мезосфери (82—85 км), утворюються видимі з Землі в присмерки продовгуваті, блискучі, тонкі сріблясті хмари, природа яких ще не вивчена; можливо, вони складаються і дуже дрібних і розсіяних льодових кристаликів.

Термосфера (іоносфера) — величезна за об'ємом, хоч і мізерна за масою (0,5%) та складна за будовою частина атмосфери. Вона охоплює простір у межах від 80—85 до 800—1000 км. Складається переважно з азоту і кисню, які перебувають в іонізованому стані. Під впливом ультрафіолетового і рентгенівського випромінювання Сонця порушується будова їх молекул та атомів. Від електронних оболонок атомів відриваються деякі електрони. При втраті одного з електронів атом набуває позитивного заряду. Самі ж електрони є носіями негативних зарядів. Так, в іоносфері утворюються шари заряджених частинок. Найщільніший з них знаходиться на висотах від 300 до 400 км. З висотою відбувається істотна зміна в процентному співвідношенні азоту і кисню на користь останнього. Так, на висоті 200 км азоту близько 45%, кисню—55%. Вище за 600 км термосфера складається переважно з атомарного кисню.

В термосфері на висоті 80—90 км є холодний (-107°) ізотермічний шар. Далі до висоти 250 км температура зростає, а ще далі залишається практично незмінною.

Іонізоване повітря термосфери відіграє значну роль у природі та має велике практичне значення. Іоносфера поглинає рентгенівське проміння Сонця, що згубно впливає на все живе на Землі. Іонізоване випромінювання відбиває радіохвилі, чим забезпечується навколосемний радіозв'язок. У термосфері виникають полярні сяйва і близькі до них за природою світіння нічного неба — постійна люмінесценція атмосферного повітря, а також різкі коливання магнітного поля—іоносферні магнітні бурі.

Над термосферого розташована *екзосфера*—зовнішня частина земної атмосфери. Цю оболонку ще називають шаром розсіювання газів, бо окремі легкі елементи, які його складають—водень і гелій, долаючи сили земного

тяжіння і магнітного поля, відлітають у космос. Температура в екзосфері з висотою зростає, мабуть, до 2000°C. Газы тут настільки розріджені, що частинки їх, рухаючись з величезними швидкостями, пролітають сотні кілометрів без зіткнень. Екзосфера поступово і непомітно переходить в міжпланетний простір.

Між двома сусідніми оболонками виділяють перехідні зони, або паузи. Так, тропосфера відокремлена від стратосфери, т р о п о п а у з о ю, стратосфера від мезосфери — с т р а т о п а у з о ю, а мезосфера від термосфери— м е з о п а у з о ю. Все це дуже тонкі перехідні шари з ознаками властивостей суміжних газових оболонок.

Не так давно вважалося, що атмосфера закінчується на висотах близько 2000—3000 км. Але нові дані досліджень, одержані за допомогою супутників та ракет, дають підстави твердити, що навколо Землі існує ще так звана земна корона, яка складається з водню. Корона простягається більш ніж на 20000 км.

5.3. Радіація в атмосфері

Радіація в атмосфері—це електромагнітне випромінювання Сонця, яке поширюється зі швидкістю 300000 км/с. Складовими її частинами є видиме світло і невидиме оком гамма-випромінювання, рентгенівське, ультрафіолетове, інфрачервоне, радіохвилі. Сонце є для Землі основним джерелом тепла і світла.

Променева енергія Сонця перетворюється в тепло частково у самій атмосфері, але головним чином на емній поверхні. Вона нагріває верхні шари ґрунту і води, а від них і повітря. Нагріта земна поверхня і нагріта атмосфера, в свою чергу, самі випромінюють невидиму інфрачервону радіацію в космічний простір охолоджуються.

Випромінювання Сонця, яке надходить на поверхню Землі, може бути поділене на пряме, розсіяне і поглинуте. Це пов'язано з його змінами при проходженні через атмосферу.

Пряме сонячне випромінювання приходить до земної поверхні безпосередньо від сонячного диска у вигляді пучка паралельних променів. Притік прямого випромінювання характеризується інтенсивністю — кількістю променевої енергії, що надходить на поверхню, перпендикулярну до сонячних променів. Інтенсивність потоку сонячного випромінювання на верхній межі атмосфери при середній віддалі Землі від Сонця називається сонячною сталою. За останніми даними, вона становить 1,353 кВт/м² на протязі року.

У середньому на кожний квадратний кілометр земної поверхні припадає за рік $4,27 \times 10^{16}$ Дж сонячного випромінювання. Щоб одержати таку кількість тепла штучно, треба було б спалити понад 400 тис. т кам'яного вугілля. За рік на земну поверхню надходить від Сонця майже в 250 разів більше енергії, ніж її виробляють всі електростанції світу. При цьому сонячне випромінювання, що досягає Землі, становить менш ніж одну мільярдну частку всього випромінювання Сонця. Наскільки значна ця кількість енергії, розуміємо, коли стаємо свідками стрімкого танення снігу в теплий день, швидкого випаровування вологи після дощу, сили вітру під час бурі або шаленості морського шторму; всі ці процеси відбуваються під впливом Сонця.

На шляху до Землі невелика частина сонячного випромінювання

поглинається атмосферою. Поглинання це носить вибірковий характер, бо різні гази поглинають випромінювання неоднаково. Азот і кисень поглинають тільки ультрафіолетові хвилі. Більш сильним поглиначем є озон. Сильно поглинає випромінювання в інфрачервоній ділянці вуглекислий газ. Основним поглиначем в атмосфері є водяна пара, зосереджена, головним чином, в нижній частині тропосфери. Сонячне випромінювання поглинають також хмари і атмосферні домішки. Завдяки явищам поглинання середня температура повітря становить +14°C, а за відсутності атмосфери вона становила б -22°C. А це означає, що Земля перетворилася б у мертво льодово-кам'яну пустелю.

В цілому в атмосфері поглинається 15—21% сонячного випромінювання. Поглинання змінюється у часі залежно від вмісту в повітрі поглинутих субстанцій (перш за все водяної пари і пилу), а також від висоти Сонця над горизонтом, бо при цьому змінюється товщина повітря, через яке проходять промені.

Близько 25% загального потоку сонячного випромінювання перетворюється в атмосфері в розсіяне. Воно утворюється при проходженні випромінювання через атмосферу в результаті розсіювання її молекулами газів і частинками аерозольних домішок. Частина розсіяного випромінювання поглинається і тому йде на нагрівання атмосфери, частина — досягає земної поверхні, частина — повертається в міжпланетний простір.

З розсіяним випромінюванням пов'язані деякі характерні особливості атмосфери: голубий колір неба, розсіяне світло вдень, ранкові і вечірні сутінки. Відносне значення розсіяного випромінювання зростає із зменшенням ролі прямого. В помірних широтах влітку воно становить 41%, взимку досягає 73%. В полярних широтах основне значення має розсіяне випромінювання, а в тропічних — пряме.

Складний шлях надходження і витрат радіаційного тепла земною поверхнею виражається радіаційним балансом — різницею між поглинутим і ефективним випромінюванням. Під останнім розуміють різницю між власним випромінюванням земної поверхні і зустрічним випромінюванням атмосфери.

В доходну частину балансу R входить пряме випромінювання S , розсіяне D і зустрічне випромінювання атмосфери E ; витрати складаються з відбитого випромінювання c і випромінювання земної поверхні b :

$$R=S+D+E-c-b$$

Радіаційний баланс земної поверхні є негативним вночі і позитивним вдень. Річний радіаційний баланс позитивний для більшості місцевостей планети, за винятком льодових поверхонь Гренландії та Антарктиди.

Найбільше надходження тепла властиве морям в тропічних широтах — від 420 до 588 кДж/см²/рік. В тих же широтах на суші радіаційний становить 252•кДж/см²/рік. Причина цієї різниці полягає в різній величині альbedo: піски пустель відбивають близько 35%, а вода в середині дня тільки 2%. При цьому значно сильніше нагрівається поверхня суші, бо тепло, яке поглинається океанами і морями, витрачається переважно на випаровування води.

Виходи гірських порід поглинають і випромінюють тепло швидше, ніж площі, зайняті ґрунтами і рослинністю або снігом і льодом. Гірські вершини,

над якими повітря більш розріджене, швидко нагріваються вдень і так само швидко охолоджуються вночі. Хмарний покрив не пропускає випромінювання зверху і одночасно втримує тепло, яке йде знизу. Тому сильні морози бувають здебільшого в ясні тихі ночі.

5.4. Тепловий баланс Землі

Майже все тепло атмосфера, як і земна поверхня одержує від Сонця. До інших джерел нагрівання належить тепло, що поступає з надр Землі, але воно становить лише частки відсотка від загальної кількості тепла.

Хоч сонячне випромінювання і служить єдиним джерелом тепла для земної поверхні, тепловий режим, географічної оболонки не є тільки наслідком радіаційного балансу. Сонячне тепло перетворюється і перерозподіляється під впливом земних факторів і в першу чергу трансформується повітряними океанічними течіями. Вони ж, в свою чергу, зумовлені нерівномірним розподілом по широтах сонячного випромінювання. Це—один з яскравих прикладів тісного глобального зв'язку і взаємодії різних компонентів у природі.

Для живої природи Землі важливе значення має перерозподіл тепла між різними широтами, а також між океанами і материками. Завдяки цьому процесу відбувається дуже складний просторовий перерозподіл тепла на поверхні Землі відповідно до переважних напрямів руху повітряних і океанічних течій. Проте у підсумку перенесення тепла направлене, як правило, з низьких широт у високі і з океанів на материки.

Розподіл тепла в атмосфері відбувається шляхом конвекції, теплопровідності і випромінювання. Теплова конвекція проявляється скрізь на планеті, бо вітри висхідні і низхідні повітряні потоки мають повсюдне поширення. Надто виражена конвекція в Тропіках.

Теплопровідність, тобто передача тепла безпосереднього контакту атмосфери з теплою або холодною поверхнею землі, має порівняно невелике значення, бо повітря—поганий провідник тепла. Саме ця властивість знайшла широке використання при виготовленні віконних рам з подвійними шибками. Надходження і витрати тепла в нижній атмосфері на різних широтах неоднакові. Північніше 38° пн. ш. тепла випромінюється більше, ніж поглинається. Ця втрата компенсується надходженням теплих океанічних і повітряних течій, направлених в помірні широти.

Процес надходження й витрачання сонячної енергії, нагрівання й охолодження всієї системи атмосфера — Земля характеризується тепловим балансом. Якщо прийняти річне надходження сонячної енергії на верхню частину атмосфери за 100 %, то баланс-сонячної енергії виглядатиме так; відбивається від Землі й повертається назад у космічний простір 42 % (ця величина характеризує альbedo Землі), причому 38 % відбивається атмосферою і 4 % — поверхнею Землі. Решта (58 %) поглинається: 14 % — атмосферою і 44%—грунтом. Нагріта поверхня Землі віддає назад всю поглинуту нею енергію. При цьому випромінювання енергії земною поверхнею становить 20 %, на нагрівання повітря й випаровування вологи витрачається 24% (5,6%—на нагрівання повітря і 18,4 % - на випаровування вологи).

Такі загальні характеристики теплового балансу земної кулі в цілому. Насправді ж для різних широтних поясів, для різних поверхонь тепловий баланс буде далеко не однаковим. Так, тепловий баланс будь-якої території порушується при сході і заході Сонця, при зміні пір року, в залежності від атмосферних умов (хмарності, вологості повітря і вмісту в ньому пилу), характеру поверхні (вода або суша, ліс або лука, сніговий покрив чи оголена земля), висоти над рівнем моря. Більше всього тепла випромінюється вночі, взимку і через розріджене чисте сухе повітря на великих висотах. Але у підсумку втрати внаслідок випромінювання компенсуються теплом, що надходить від Сонця.

5.5. Температури повітря

Нагрівання атмосфери відбувається досить складним шляхом. Короткі хвилі сонячного випромінювання в діапазоні від видимого червоного до ультрафіолетового світла перетворюються біля поверхні Землі в більш довгі теплові хвилі, які пізніше, при випромінюванні їх з поверхні Землі, нагрівають атмосферу. Нижні шари атмосфери розігріваються швидше верхніх, що пояснюється вказаним тепловим випромінюванням земної поверхні і тим, що вони мають більшу щільність і насичені водяною паром.

Характерною рисою вертикального розподілу температури в тропосфері є зниження температури з висотою. Середній вертикальний градієнт температури, тобто середнє падіння, розраховане на 100 м висоти, становить 0,6 °С. Охолодження вологого повітря супроводжується конденсацією вологи. При цьому виділяється певна кількість теплоти, яка була затрачена на утворення пари. Тому при піднятті вверх вологого повітря його охолодження відбувається майже вдвоє повільніше, ніж сухого. Геотермічний коефіцієнт сухого повітря тропосфери становить в середньому 1°С.

Повітря, яке піднімається вверх від нагрітої поверхні суші і водою, попадає в зону пониженого тиску. Це дозволяє йому розширюватися, а в зв'язку з цим певна кількість теплової енергії переходить у кінетичну. Внаслідок даного процесу повітря охолоджується. Якщо при цьому воно не одержує тепла і нікуди його не віддає, то весь описаний процес називається *адіабатичним*, або *динамічним охолодженням*. І навпаки, повітря, що опускається, попадає в зону підвищеного тиску, воно ущільнюється повітрям, що його оточує, і механічна енергія переходить у теплову. Через це повітря зазнає адіабатичного нагрівання, яке становить в середньому 1 °С на кожні 100 м висоти опускання.

Іноді температура повітря з висотою зростає. Це явище одержало назву *Інверсії*. Причини її прояву різноманітні: радіаційне випромінювання Землі льодовими покривами, проходження сильних течій теплового повітря над холодною поверхнею. Особливо характерні інверсії для гірських районів: важке холодне повітря стікає в гірські улоговини і там застоюється, витісняючи вверх більш легке тепле повітря.

Добовий і річний хід температури повітря відображає тепловий стан поверхні. В приземному шарі повітря добовий максимум встановлюється о 14—15 год., а мінімум — після сходу Сонця. Найбільша добова амплітуда в субтропічних широтах (30 °С), найменша—в полярних (5 °С). Річний хід температури залежить від широти, характеру підстилаючої поверхні, висоти місця над рівнем океану, рельєфу, віддаленості від океану.

В розподілі річних температур на земній поверхні виявлені певні географічні закономірності.

1. В обох півкулях середні температури знижуються в напрямку до полюсів. Проте термічний екватор— найтепліша паралель із середньою річною температурою $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ —розташований у північній півкулі приблизно на $15\text{--}20^{\circ}$ широти. Пояснюється це тим, що суша займає тут більшу площу, ніж на географічному екваторі.

2. Від екватора на північ і південь температури змінюються нерівномірно. Між екватором і 25-ю паралеллю зниження температури відбувається дуже повільно— менше двох градусів на кожні десять градусів широти. Між 25° і 80° широти в обох півкулях температури знижуються дуже швидко. Місцями це зниження перевищує $10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Далі до полюсів падіння температури знову зменшується.

3. Середні річні температури всіх паралелей південної півкулі менші температур відповідних паралелей північної півкулі. Середня температура повітря переважно материкової, північної півкулі становить в січні $+8,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, в липні $+22,4\text{ }^{\circ}\text{C}$; в південній, океанічній півкулі середня температура липня $+11,3\text{ }^{\circ}\text{C}$, січня $+17,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Вдвоє більша річна амплітуда коливань температури повітря в північній півкулі пояснюється особливостями розподілу суші і моря на відповідних широтах і охолоджуючим впливом грандіозного льодового купола Антарктиди на клімат південної півкулі.

Важливі характеристики розподілу температур повітря на Землі дають карти Ізотерм. Так, на основі Аналізу ходу липневих Ізотерм (рис. 13) по земній поверхні можна сформулювати такі основні висновки.

1. В позатропічних областях обох півкуль ізотерми над материками вигинаються на північ відносно положення їх на океанах. В північній півкулі це зумовлюється тим, що суша нагріта більше, ніж море, а в південній — зворотне співвідношення, в цей час тут суша-холодніша за море.

2. Над океанами липневі Ізотерми відбивають вплив холодних течій на температури повітря. Особливо добре це виявлено вздовж тих західних берегів Північної Америки і Африки, які омиваються холодними відповідно Каліфорнійською і Канарською океанічними течіями. В південній півкулі Ізотерми вигнуті в протилежну сторону на північ—теж під впливом холодних течій.

3. Найвищі середні температури липня спостерігаються в пустелях, розташованих на північ від екватора. Особливо жарко в цей час в Каліфорнії, Сахарі, Аравії, Ірані, внутрішніх районах Азії.

Розподіл січневих ізотерм (рис. 14). теж має свої особливості.

1. Вигини ізотерм над океанами на північ і над сушею на південь стають ще рельєфнішими, контрастнішими. Особливо добре це виявлено в північній півкулі. Сильні вигини ізотерм в сторону північного полюса відображають збільшення теплової ролі океанічних течій Гольфстрім в Атлантичному океані і Куро-Сіо в Тихому.

2. У позатропічних областях обох півкуль ізотерми над материками помітно вигнуті на південь. Це пояснюється тим, що в північній півкулі суша холодніша, а в південній тепліша, ніж море.

3. Найвищі середні температури в січні бувають в пустелях тропічного поясу південної півкулі.

4. Областями найбільшого охолодження . на планеті в січні, як і в липні, є Антарктида і Гренландія.

В цілому можна констатувати, що ізотерми південної півкулі протягом всіх сезонів року мають більш, прямолінійний (широтний) характер простягання. Відсутність тут значних аномалій в ході ізотерм пояснюється значним переважанням водної, поверхні над сушею. Аналіз ходу ізотерм свідчить про тісну залежність температур не тільки від величини сонячного випромінювання, але і від перерозподілу тепла океанічними і повітряними течіями.

5.6. Баричне поле Землі і вітер

Атмосферний тиск—одна з найважливіших характеристик нижньої атмосфери. Його регулярне вимірювання на різних метеостанціях світу дає можливість складати прогнози погоди і дозволяє зрозуміти просторові закономірності переміщення повітряних мас. Нині тиск виражають в гектопаскалях (гПа) або в мм рт. ст. За нормальний тиск береться тиск на рівні моря, що становить 1013 гПа, або 760 мм рт. ст. Внаслідок переміщення повітряних мас тиск може змінюватися в межах від 887 до 1080 гПа.

Із збільшенням висоти над рівнем моря атмосферний тиск швидко падає. На висоті 5,5 км він в два рази менший, ніж на рівні моря. На одній і тій самій висоті тиск змінюється у зв'язку зі зміною температури і вологості повітря. В процесі нагрівання повітря розширюється і стає легшим. Водяна пара, що легша за повітря, також знижує тиск.

РОЗПОДІЛ атмосферного тиску на земній поверхні утворює баричне поле. Зони високого і низького тиску, на які завжди розчленоване баричне поле, називаються *баричними системами*, РОЗПОДІЛ атмосферного тиску біля земної поверхні показується *Ізобарами* — лініями, що проходять через точки з однаковим атмосферним тиском. Таке зображення тиску називається *баричним рельєфом* за зовнішню схожість з картиною рельєфу, показаного ізогіпсами.

Зони низького тиску обрисовуються системою замкнених концентричних ізобар .з найменшими відмітками в центрі. Вони називаються *баричними мінімумами, депресіями* або *циклонами*. На карті Ізобар січня (рис. 15) зображено Ісландський баричний мінімум у північній частині Атлантичного океану і Алеутський в північній частині Тихого океану. В центрі циклонів тиск знижується до 970 гПа, а в деяких падає до 925 гПа, в тропічних тайфунах навіть до 890 гПа.

Зони високого тиску називаються *баричними максимумами*, або *антициклонами*. Вони також зображуються замкненими ізобарами, але в їхньому центрі тиск завжди найбільший, тут він може досягати 1080 гПа. Прикладами зон підвищеного тиску є Азорський і Гавайський антициклони, а також субтропічні максимума південної півкулі — Південнотихоокеанський, Південноатлантичний і Південноіндійський (рис. 16).

Всі названі баричні системи є постійними центрами дії атмосфери: в них тиск протягом року завжди знижений або підвищений. До постійних центрів, крім вище перерахованих, належать також екваторіальна депресія, мінімум південних помірних широт, Арктична зона підвищеного тиску і Антарктичний максимум.

На відміну від постійних у сезонних центрах дій атмосфери характер баричного рельєфу діаметрально змінюється від холодної до теплої пори року. Яскравим прикладом може служити азіатський материк, де влітку розвивається глибока барична депресія над нагір'ями Передньої Азії, а взимку формується потужний антициклон над територіями Східного Сибіру і Монголії. В Північній Америці канадський зимовий антициклон змінюється літньою північноамериканською депресією. І в південній півкулі літні (січневі) мінімуми над Австралією, південною Африкою і Південною Америкою змінюються взимку відповідно австралійським, південноафриканським і південноамериканським антициклонами.

На перший погляд складається враження про тісну залежність атмосферного тиску від зонального розподілу температур і тепла на Землі. Дійсно, постійний низький тиск над екватором і підвищений тиск в приполярних областях легко зв'язується з термічними умовами цих областей. Нагрівання суші влітку супроводжується зниженням тиску, а охолодження взимку, навпаки, веде до утворення над обширними регіонами материків зон підвищеного тиску.

Нарешті, діаметрально протилежна сезонна зміна температур в північній і південній півкулях зумовлює періодичне зміщення всього баричного поля Землі в сторону однієї з півкуль. Так, екваторіальний мінімум в січні перебуває на південь від екватора, а в липні він зміщується на північ, досягаючи над Іраном і пустелею Тар північного тропіка. Тут утворюється глибокий Ірано-Тарський мінімум. Фактично це є частина екваторіального мінімуму, зміщеного на північ і посиленого інтенсивним нагріванням величезного Азіатського материка. Аналогічного широтного зміщення залежно від сезону року зазнають субтропічні максимуми.

І все ж одним розподілом температур зональність баричного рельєфу не можна повністю пояснити. Особливо це добре видно на прикладі існування чітко виражених антициклонів у субтропічних широтах. Механізм їхнього утворення і сьогодні є дискусійним. БІЛЬШІСТЬ учених вважає, іди основна причина їхнього виникнення—динамічна. Утворення їх пов'язане не з особливостями термічного режиму, а, головним-чином, є наслідком постійного зміщення потужних-повітряних вихорів циклонів і антициклонів під впливом відхиляючої сили обертання Землі.

Різниця атмосферного тиску між двома точками викликає горизонтальне переміщення повітряних мас—вітер. Для його характеристики використовують два показники — швидкість і напрям. Швидкість вітру прийнято виражати в метрах на секунду, кілометрах на годину. Біля земної поверхні вітри найчастіше дмуть зі швидкістю 4—8 м/с. Під час ураганів швидкості нерідко перевищують 30 м/с.

Напрямок вітру визначається стороною горизонту, звідки він дме. Для характеристики вітрів застосовується 16-променева роза вітрів: Пн, ПнПнЗх, ПнЗх, ЗхПнЗх, Зх і т. д. Інколи вираховують кут (румб) між напрямом вітру і меридіаном, причому північ (Пн) вважається за 0° або 360°, схід (Сх) за 90°, південь (Пд) за 180°, захід (Зх) за 270°.

Рух повітря пов'язаний не тільки з наявністю баричного градієнта, тобто з падінням тиску в гектопаскалях на 100 км за нормаллю в сторону зниження тиску. На нього постійно впливає відхиляюча сила обертання Землі, під

впливом якої змінюється напрям руху вітру. Поворотне прискорення або прискорення сили Коріоліса при цьому не змінює його швидкості.

Цікаво, що поворотне прискорення не зумовлене якоюсь зовнішньою силою, що відхиляє повітря від початкового напрямку руху. Насправді повітря намагається зберегти за інерцією свій початковий напрям, але не відносно Землі, яка обертається, а відносно світового простору, відносно нерухомої системи координат. Відхиляюча сила обертання Землі з широтою зростає.

При наявності баричного градієнта і відхиляючої сили обертання Землі виникає найпростіший вид руху повітря—прямолінійний рівномірний без тертя, який називається *геострофічним вітром*. Якщо рух повітря відбувається без дії сили тертя, але криволінійно, то це значить, що, крім сили градієнта і відхиляючої сили Коріоліса, з'являється ще відцентрова сила. Такий теоретичний випадок рівномірного руху повітря за круговими траєкторіями без впливу тертя називається *градієнтним*. Градієнтний вітер, як і геострофічний, направлений за ізобарами, але не прямолінійно, а за круговими траєкторіями. В циклоні відцентрова сила направлена проти сили градієнта. Відхиляюча сила теж направлена від центра циклона. Отже, вітер повинен дути від баричного градієнта вправо. В баричній системі антициклона відхиляюча сила направлена до центра, а вітер за годинниковою стрілкою. В південній півкулі напрямки руху вітрів будуть протилежні описаним: за годинниковою стрілкою в циклонах і проти — в антициклонах.

5.7. Загальна циркуляція атмосфери

Під загальною циркуляцією атмосфери розуміють сукупність основних видів повітряних рухів у нижній атмосфері, внаслідок яких здійснюється обмін великих мас повітря в горизонтальному і вертикальному напрямках. Ці повітряні течії зумовлені перш за все різницею температур між екватором і полюсами, материками і океанами, а також обертанням Землі навколо своєї осі.

Коли б поверхня Землі була рівною і одноманітною, тобто тільки сушею або водною оболонкою, і на повітряних потоках не позначалась би відхиляюча дія обертання Землі, тоді схема циркуляції повітря була б досить простою: холодне повітря розтікалось би в приземному шарі від полюсів до екватора, а більш легке тепле утворило б на певній висоті компенсаційний потік від екватора до полюсів. Рух повітря, таким чином, здійснювався б уздовж меридіанів.

Насправді ж загальна циркуляція має значно складніший вигляд. На ній позначаються вплив форми Землі, добове обертання Землі, річний рух Землі, особливості розподілу суші і моря, характер рельєфу, океанічні течії, поширення льодовиків, тощо.

Земна поверхня, маючи кулясту форму, нагрівається Сонцем нерівномірно і саме ця нерівномірність надходження сонячної енергії в різних широтах є основною причиною виникнення атмосферної циркуляції великого масштабу, яка шляхом переносу величезних мас холодного й теплого повітря в меридіональному напрямі вирівнює температурну різницю між високими і низькими широтами Землі. Крім того, навіть на одній і тій самій широті сонячна радіація поглинається неоднаково материками й океанами, лісами й пустелями, засніженими й оголеними поверхнями. Внаслідок цього виникає циркуляція малого масштабу між материками й океанами, горами й долинами

тощо.

Як уже зазначалося, сила Коріоліса зумовлена осьовим обертанням Землі і надто впливає на напрям руху вітрових течій. В умовах широтного розташування постійних центрів дії атмосфери це призводить до формування в тропосфері переважно західно східного переносу повітряних мас.

Рух землі навколо Сонця спричиняє утворення сезонних центрів дії атмосфери. Формування над материками зон зниженого тиску влітку і підвищеного взимку діаметрально змінює напрямки циркуляції повітря над одними й тими самими регіонами земної, поверхні. Певних сезонних змін зазнає циркуляція повітря і над океанами.

Наявність нерівностей на земній поверхні також позначається на напрямку переміщення повітряних мас. Значно впливають на загальну циркуляцію гори, які нерідко є нездоланною перешкодою для панівних течій і значно трансформують властивості повітря. Над рівнинами й низовинами, як і над морями й океанами, напрям руху повітря визначається переважно меридіональними і зональними особливостями просторового розподілу атмосферного тиску і впливом сили Коріоліса. Основні фізичні характеристики повітря (вологість, температура, прозорість) значною мірою залежать від підстилаючої поверхні. Так, теплі океанічне течії нагрівають повітря і насичують водяною паром, а холодні, навпаки, сприяють його охолодженню [при цьому повітря більш прозоре через низький вміст в ньому вологи).

Зрозуміти деякі закономірності руху повітряних мас дозволяє схема загальної циркуляції атмосфери яку розробив на початку ХХ ст норвезький кліматолог Б'єркнес (рис. 17). Згідно з цією схемою, в кожній півкулі можна виділити три кільця циркуляції повітря.

Перше кільце охоплює тропічні широти, до нього належать висхідні потоки теплого легкого повітря над екватором, які переносяться до тропіків і опускаються на широтах біля 30°. Звідси, з баричних максимумів, повітря пасатами повертається до екватора—баричного мінімуму.

Друге кільце формується в помірних широтах і виражене менш чітко. Тут переважають західні вітри, що дмуть із субтропічних баричних максимумів. При цьому частина повітря з мінімумів помірних широт повертається в тропічні широти, а інша — в полярні.

В полярних кільцях відбувається опускання повітря внаслідок зменшення його об'єму під впливом посиленого охолодження. Повітря поступово розтікається до арктичного і антарктичного фронтів. У верхніх шарах тропосфери формуються горизонтальні компенсаційні течії.

Незважаючи на детальну характеристику загальної циркуляції атмосфери, дана схема не відображає і ряду виявлених закономірностей руху повітря. Так, в ній зовсім не враховано вплив неоднорідності земної поверхні. Разом з тим відомо, наскільки важливу роль в переміщенні повітря відіграють суттєві відмінності в нагріванні материків і Світового океану. Фактична циркуляція ще більше ускладнюється циклонічною і антициклонічною діяльністю. Новітні дослідження показали, що обмін повітряними масами між екватором і полюсами досягається, головним чином, горизонтальним переміщенням. Вертикальні кільця проявляються нечітко і не є стійкими утвореннями,

особливо у позатропічних широтах.

У загальній циркуляції атмосфери добре простежується зональність в розподілі вітрів: у низьких широтах переважає східний тропічний перенос повітря, у середніх—західний, у високих—полярна циркуляція з переважно північно-східними вітрами у північній у півкулі і південно-східними—в південній.

Східний тропічний перенос формується *пасатами* — постійними вітрами помірної сили (в середньому 5— 8 м/с), що дмуть із субтропічних антициклонів в сторону екваторіального баричного мінімуму. Оскільки міжширотні градієнти температури в жаркому поясі невеликі, то і атмосферна циркуляція менш інтенсивна, ніж в помірних широтах. В північній півкулі пасати мають напрямок з північного сходу на південний захід, а в південній— з південного сходу на північний захід. Пасатна смуга не суцільна в тропічному поясі: цих вітрів немає над південною частиною Північної Америки і над північною Австралією.

Зона західних вітрів охоплює в помірних широтах всю тропосферу. Швидкість вітру змінюється в широких межах, середня ж швидкість становить 5—10 м/с.

У полярних поясах обох півкуль до висоти 2—3 км переважають вітри східних румбів з малими швидкостями. Це пояснюється відсутністю постійного полярного антициклона. Відтікаючи в приполярні широти, арктичне і антарктичне повітря нагрівається і опадів, як правило, не дає. На вищих рівнях у цих широтах панують західні вітри.

Західно-східний перенос повітря в помірних широтах постійно порушується циклонічною і антициклонічною діяльністю. Частому зародженню циклонів сприяють тут значні контрасти температур повітря, які створюють сприятливі умови для інтенсивної адвекції тепла і холоду. Особливо часто вони утворюються на півночі Атлантики і Тихого океану. Взимку, коли збільшуються контрасти температур між океаном і материками, циклонічна діяльність посилюється. В цей час циклони зароджуються і над Середземним морем.

Циклони помірних широт—це грандіозні порівняно плоскі атмосферні вихори розміром до кількох тисяч кілометрів. Повітря в такому вихорі рухається по спіралі навколо центра, повільно до нього наближаючись. Причиною цього є знижений тиск в центральній частині. Через те що теплі вологі маси-повітря линуць угору, навколо центра циклона (ока) нагромаджуються хмари високої густини. Це район найбільших вітрів, швидкість яких може сягати десятків і навіть сотень кілометрів на годину.

Коли атмосферний тиск зростає, це може спричинити до утворення *антициклонів*—баричних максимумів в однорідній повітряній масі. Повітря в них опускається, ущільнюється і притискується до земної поверхні. З низхідними течіями пов'язано адиабатичне нагрівання повітря і його висихання. Тому в антициклоні, на відміну від циклона, погода ясна і суха, небо безхмарне. Температура влітку висока, а взимку дуже морозна. В центрі антициклона стоїть штиль, а на периферії дмуть слабкі вітри.

Істотну роль у загальній циркуляції атмосфери відіграють мусони (тропічні і позатропічні) — стійкі сезонні повітряні течії з різкою зміною переважного напрямку вітру від зими до літа і навпаки. Влітку, коли краще

нагрітий суходіл, з океану дме вологий вітер — літній мусон, який приносить щедри опади. Взимку ж, навпаки, відбувається перенос повітря з холодної суші на більш теплий океан у вигляді сухого й холодного зимового мусону. Мусони дуже характерні для Східної і Південно-Східної Азії, Індії, Пакистану, Бангладеш.

Виділяють ще екваторіальні мусони. Вони утворюються у зв'язку з періодичним сезонним переходом пасатів через екватор з однієї півкулі у другу. Цей перехід зумовлюється міграцією термічного екватора вслід за зміною зенітального положення Сонця. При переході через екватор повітряні течії відхиляються під впливом сили Коріоліса в іншій півкулі не на захід, а на схід. Так виникають між східними пасатними течіями окремі вузькі приземні західні потоки повітря, які рухаються безпосередньо, вздовж екватора.

Вітри, властиві будь-якій фронтальній зоні, з висотою посилюються, оскільки зменшується тертя. У верхніх шарах атмосфери і нижніх шарах стратосфери вітри дмуть з великою швидкістю (від 50 до 100 м/с) у вигляді сильних вузьких струменів. Звідси і походить їхня назва — *струминні течії*. Довжина їх може сягати тисячі кілометрів.

Утворення струминних течій помірних і субтропічних широт пов'язують з формуванням і руйнуванням тропосферних фронтів, певними стадіями розвитку циклонів і антициклонів, коли створюються найбільші контрасти температур. Екваторіальні струминні течії формуються переважно на периферії субтропічних антициклонів і мають східний напрям. Особливу різновидність мають стратосферні західні струминні течії, виявлені на широті 50—70°. Вони характеризуються постійністю і дуже високими швидкостями. Вважають, що причиною їхнього існування є різкі перепади температур між помірними широтами і приполюсними областями.

Струминні течії, які виникли, за певними обставинами загальної циркуляції атмосфери, активно впливають на циклони і антициклони, переміщення повітряних мас і на вітри нижньої тропосфери.

5.8. Місцеві вітри

Під місцевими вітрами розуміють вітри, характерні для певних географічних районів. Такими є, наприклад, бризи, бора, фени, гірсько-долинні вітри і деякі інші. Вони можуть бути проявом місцевих циркуляцій повітря або локальних змін течій загальної циркуляції атмосфери під впливом орографії.

Бризи виникають на узбережжі морів, великих озер і навіть в долинах великих рік. Для них характерна періодична добова зміна напрямку: вдень вони дмуть з водної поверхні на сушу, вночі — з суші на воду. Така періодична зміна пояснюється нерівномірністю нагрівання суші і води протягом доби. Вдень повітря над сушею прогрівається сильніше, тому тут створюється зона зниженого тиску, в яку постійно вривається більш холодне повітря. Вночі у зв'язку з тим, що суша охолоджується швидше за водну поверхню, напрям циркуляції повітря змінюється на протилежний.

Бризи охоплюють приземний шар потужністю в декілька сотень метрів. Від берегової лінії бризи поширюються в глибину суші або моря, озера на десятки кілометрів. Морські бризи впливають на погоду в береговій смузі, зумовлюють зниження температури і підвищення відносної вологості.

Гірсько-долинні вітри мають місце в горах. Для них теж властива добова періодичність: вдень вітри дмуть із більш затінених і холодних долин вгору на обігріті сонцем схили. Вночі охолоджене гірське повітря опускається по схилах вниз у долини, в сторону рівнин. Вони формуються в горах при малохмарній погоді. Такі місцеві циркуляції повітря характерні, зокрема, для Карпат, Альп, Кавказу, інших гірських систем.

Фен—сухий теплий поривчастий вітер, що дме з гір (рис. 18). Цей вітер може виникнути в будь-якій гірській системі, якщо на шляху повітряної течії загальної циркуляції опиняється хребет достатньої висоти. Повітряний потік в такому випадку піднімається по гірських схилах вгору і попадаючи в умови все більш низького тиску, охолоджується. На певній висоті воно охолоджується настільки, що починається конденсація водяної пари, утворюються хмари, а потім і опади. Вологе повітря (r) при піднятті вгору охолоджується приблизно на пів градуса (t) на кожні 100 м висоти. Переваливши через гірський хребет, тепер уже сухе повітря при опусканні вниз адіабатичне нагрівається в середньому на 1° на кожні 100 м. Отже, повітря при опусканні нагрівається майже вдвоє швидше, ніж воно охолоджувалося на схилах при піднятті вгору. Це і є причиною того, що з гір дме значно тепліший сухий вітер. Фени утворюються протягом всього року, але особливо часто взимку і весною. Вони спостерігаються в Альпах, Піренеях, Скелястих горах, на Кавказі.

Утворення фенів впливає на водний режим річок, зумовлює швидке танення снігу, спонукає до масового сходу снігових лавин. За рахунок швидкого підвищення температури повітря і найбільш раннього сходу снігу подовжується тривалість вегетаційного, періоду.

Бора—дуже сильний і холодний вітер, який найчастіше дме з низьких гірських хребтів в сторону теплішого моря. Відомою є Новоросійська бора. Виникненню тут ураганної сили вітрів сприяє розташування невисоких гірських хребтів — відрогів Кавказького хребта — на шляху холодних повітряних мас, які йдуть з півночі через Кубанську низовину до Чорного моря. Холодне повітря нагромаджується в передгір'ях, внаслідок чого атмосферний тиск тут зростає. А по другу сторону хребта, на морі, тиск залишається низьким. Тепле розріджене повітря піднімається над морем, виникає сильна течія, яка «засмоктує» повітря з материка. Поступово потік холодного повітря долає невисокий Мархотський перевал (430 м) і вітер ураганної сили вривається на спустілі вулиці й причали порту. У бухті здійснюються гігантські хвилі. Траплялося, що Новоросійська бора скидала з рейок навантажені вагони, рвала шварти, якими кораблі кріпляться до пірса, й викидала їх на берег. В грудні 1899 р. бора засипала місто снігом, а будинки і пароплави покритися льодом до двох метрів завтовшки. Деякі кораблі, не витримавши такого льодового тягара, затонули, інші були викинуті бурєю на берег.

Менш відомою, але сильнішою є бора на островах / Нової Землі. Найчастіше бора тут проявляється взимку. Швидкість вітру досягає 30—40 м/с, швидкість окремих поривів до 60 м/с.

Велику схожість з борою має сильний вітер на Байкалі, що називається *сармою*. Подібні вітри в Закавказзі, як і в Південно-Східній Франції, називаються містраллю.

Місцеві вітри характерні для багатьох регіонів планети. Так, в Андах існує сильний перевальний вітер *хунта*, а в Аргентині — холодний *памперо*. В Середній Азії дме по декілька днів підряд пекучий з пилом і піском вітер *афганець*. На Іранському нагір'ї відомий *вітер ста двадцяти днів*. Він починає віяти наприкінці травня—на початку червня з північного заходу і дме день у день, стихаючи лише на ніч. Над аравійськими й афганськими пустелями нерідко проноситься *самум* — сухий вітер з піском і пилом. Дме він всього 15—20 хв., але температура при цьому сягає 55—60 °С. На півдні України вітри, які гонять, воду з Дніпровського лиману в низов'я Дніпра, місцеві жителі називають *низівкою*.

5.9. Повітряні маси і фронти

Повітряними масами називають порівняно однорідні за температурою і вологістю маси повітря, які поширюються на площі в декілька тисяч кілометрів і на декілька кілометрів у висоту. Бони формуються в умовах тривалого перебування над більш-менш однорідними поверхнями суші або океану. Переміщуючись в процесі загальної циркуляції атмосфери в інші області Землі, повітряні маси переносять у ці області і свій режим погоди. Панування в даному регіоні з тому чи іншому сезону певних повітряних мас створює характерний кліматичний режим місцевості.

Розрізняють чотири основні географічні типи повітряних мас, які охоплюють всю тропосферу Землі. Це маси арктичного (антарктичного), помірною, тропічного й екваторіального повітря. За винятком останнього, в кожному з них виділяють ще морські і континентальні різновиди, які формуються відповідно над сушею і океаном.

Арктичне (антарктичне) повітря формується над льодовими поверхнями полярних районів, характеризується низькими температурами, малим вмістом вологи і доброю прозорістю. Вторгнення взимку континентального арктичного повітря в помірні широти супроводжується сильними морозами. Морське арктичне повітря, що формується над океаном в приполярних районах, вільних від льоду, відрізняється більшим вмістом вологи і дещо вищою температурою. Такі ж особливості характерні для повітря Антарктики. *Помірне повітря* значно краще прогріте, воно відзначається влітку підвищеним вмістом вологи, особливо над океанами. Переважаючими тут західними вітрами і циклонами морське помірне повітря переноситься далеко в глибину материків, нерідко супроводжуючись на своєму шляху опадами. Континентальне помірне повітря взимку сильно охолоджується і погода в ньому стійка, ясна, морозна.

Тропічне повітря характеризується в цілому високими температурами. Але якщо над морем воно одночасно ще й дуже вологе, то над сушею, навпаки, надзвичайно сухе і запилене. Оскільки тропічне повітря формується в баричних максимумах, воно нерідко звідси поширюється в помірні і екваторіальні широти, де атмосферний тиск нижчий.

Екваторіальне повітря відзначається постійними високими температурами і підвищеним вмістом вологи як над океаном, так і над сушею. В післяполудневий час тут часті зливові дощі.

Повітряні маси з різними температурами, вологістю внаслідок постійного руху зустрічаються між собою. Умовна поверхня, що розділяє повітряні маси,

називається атмосферним фронтом. При перетині цієї уявної поверхні з земною поверхнею утворюється так звана лінія а т м о с ф е р н о г о ф р о н т у. Поверхня, що розділяє арктичне (антарктичне) і помірне повітря, називається відповідно арктичним і антарктичним фронтом. Повітря помірних широт і тропіків розділяє полярний фронт. Оскільки густина теплого повітря менша, ніж густина холодного, то фронт є похилою площиною, яка завжди має нахил у бік холодного повітря під дуже малим кутом (менше 1°) до поверхні землі. Холодне повітря, як більш густе, при зустрічі з теплим ніби підпливає під нього і піднімає його, вгору, спричинює утворення хмар.

Зустрівшись, різні повітряні маси продовжують рухатися в бік маси, яка переміщувалася з більшою швидкістю. Одночасно змінюється положення і фронтальної поверхні, що розділяє ці маси повітря. Залежно від напрямку руху фронтальної поверхні розрізняють холодні й теплі фронти. Коли холодне повітря, що наступає, рухається швидше, ніж тепле, що відступає, атмосферний фронт називається холодним. Після проходження холодного фронту настає похолодання. Коли ж тепле повітря наступає і фронт переміщується в бік низьких температур, фронт називається теплим. При проходженні теплого фронту настає потепління.

Фронти мають велике значення для погоди, тому що поблизу них утворюються потужні хмари і часто випадають опади. В місцях зустрічі теплого і холодного повітря зароджуються і розвиваються циклони, погода стає нестійкою. Знаючи розташування атмосферних фронтів, напрями і швидкості їхнього пересування, а також маючи метеорологічні дані, які характеризують повітряні маси, складають прогнози погоди.

5.10. Розподіл хмарності та опадів

Під хмарністю розуміють ступінь вкриття неба хмарами. Хмарність характеризується в процентах або в 10-бальній системі від 0 (зовсім ясне небо) до 10 (хмари вкривають все небо). Загальний розподіл хмарності на земній кулі в основному збігається з розподілом відносної вологості повітря. Так, мінімальна хмарність буває в районах з низькою відотною вологістю, яка зумовлюється опусканням повітря, максимальна — в районах з високою відотною вологістю. Основною причиною утворення хмар є адиабатичне розширення, яке відбувається при висхідному рухові повітря.

Хмарність має велике значення, для кругообігу, тепла і розподілу опадів на поверхні Землі. Найбільш загальні риси розподілу хмарності такі.

В екваторіальній зоні, де основними є висхідні рухи повітря, створюється підвищена хмарність. Середня хмарність становить тут 55—60%. Високі температури і переважне поширення вод над сушею є сприятливими факторами для утворення густих багатоярусних хмар.

В тропічних і субтропічних широтах у зв'язку з домінуючими низхідними рухами повітря хмарність набагато менша. Особливо низька хмарність над пустелями, де вона становить всього 20 % і менше.

В помірних широтах хмарність зростає до 66—70%, що пояснюється активною циклонічною діяльністю атмосфери і західним переносом вологого океанічного повітря на значні відстані в глибину материків.

Особливо висока хмарність (понад 80%) спостерігається над морями Північного Льодовитого океану Антарктики. Характерно, що хмарність у

високих. і широтах дуже розріджена і зосереджується в нижніх шарах повітря. Це пояснюється низькими температурами повітря і малим вмістом у ньому вологи.

З розподілом хмарності тісно пов'язані особливості в розподілі опадів. Проте вирішальне значення має не стільки ступінь вкриття неба хмарами, скільки їхня водність. Так, у високих широтах навіть при великій хмарності випадає небагато опадів, тому що. їхня водність через низькі температури мала. В більш низьких широтах водність хмар зростає.

Залежно від умов конденсації водяної пари розрізняють орографічні, конвективні і фронтальні опади. *Орографічні опади* утворюються при піднятті і повітря навітряними гірськими схилами. *Конвективні опади*, утворюються в потужних висхідних потоках повітря, вони мають локальне поширення, носять зливовий характер, починаються і закінчуються раптово. *Фронтальні опади* утворюються в циклонах на межі теплого і холодного повітря, при цьому дощ, або сніг падає тривалий час більш-менш рівномірно.

Річна кількість опадів на земній кулі у середньому становить близько 1000 мм. Але в різних місцях кількість опадів значно відхиляється від середньої і змінюється за сезонами (рис. 19). На суші в середньому випадає близько 750 мм. Дуже багато опадів (2000—3000 мм і більше) випадає біля екватора, де відбувається зближення пасатів двох півкуль. Збіжність пасатів зумовлює тут особливо потужні рухи повітря, які супроводжуються утворенням, хмар і рясними опадами.

В екваторіальній зоні особливо часті, майже щоденні дощі випадають у басейнах рік Амазонки. Конго, на деяких островах Індонезії (понад 9000 мм). На північному сході Індії, в передгір'ях Гімалаїв на висоті близько 1300 м випадає в середньому 11 000мм опадів (Черрапунджа). Це найбільш дощове місце на земній кулі. Максимальна річна кількість опадів тут досягала майже 23 000 мм, найменша — перевищувала 7000 мм. Головною причиною випадання тут великої кількості опадів є те, що вологе повітря літнього південно-західного мусонна піднімається над стрімкими схилами найвищих у світі гір.

У тропіках і субтропіках, де переважають антициклони і низька хмарність, опади різко зменшуються. Дуже мало опадів випадає на цих широтах у центральних районах материків та на їхніх західних узбережжях—близько 100 мм і навіть менше. Проте західні частини океанів і східні частини материків у цих зонах дістають значно більше опадів — до 2000 мм, в горах — до 7000 мм на рік.

У помірних широтах у зв'язку з інтенсивною циклонічною діяльністю кількість опадів зростає, вона становить у середньому 500—1200 мм на рік, а в горах—2000 мм і більше. При цьому спостерігається закономірне зменшення кількості опадів на материках у напрямі з заходу на схід в міру віддалення від океану.

Далі до полюсів кількість опадів зменшується до 300 мм і менше. Мала кількість опадів пояснюється низькими температурами повітря і переважанням антициклонів. При цьому, тундра, на. відміну від степової зони (де випадає приблизно стільки ж опадів), є зоною надмірного зволоження, оскільки випаровування тут незначне.

Отже, на Землі спостерігається дуже важлива загально планетарна

закономірність у розподілі кількості атмосферних опадів. Сума опадів, що випадають за рік, різко зростає від полюсів до екватора. Разом з тим у розподілі атмосферних опадів на суші. проявляється помітна асиметрія. Материка північної півкулі в цілому значно сухіші, ніж південні. Материка північної півкулі на аналогічних широтах одержують інколи в півтора рази менше атмосферних опадів, ніж суша південної півкулі. Це пояснюється асиметрією розподілу площ суші в північній і південній півкулях і тому більшою океанічністю клімату Південної Америки, півдня Африки і Австралії порівняно з Північною Америкою і особливо з Євразією.

Проте в розподілі атмосферних опадів на суші є істотні відхилення від загально планетарної схеми. Ці відхилення на планеті створюються висотою місцевості над рівнем моря і конфігурацією гірських споруд, рухом повітряних мас, циркуляцією атмосфери і морськими течіями. Ланцюги гір, розташовані поблизу морів, є ніби місцевими пастками для атмосферних опадів.

Прикладом можуть бути райони Чорноморського узбережжя Криму і Кавказу або ж передгірні райони півдня Каспійського узбережжя. В таких захищених від холоду місцевостях створюється вологий субтропічний клімат, який не вписується в загальну схему розподілу атмосферних опадів і температури на земній кулі.

У, зв'язку з загальною циркуляцією атмосфери, напрямом руху теплих і особливо холодних течій у Світовому океані, орографією материків спостерігається певна повторюваність у порушенні загально-планетарної схеми розподілу атмосферних опадів. Південно-західні і частково західні сектори континентів виявляються значно менше забезпеченими опадами, вони є посушливими і часто навіть пустельними. Дуже малою, а часто навіть мізерною кількістю опадів забезпечені внутрішньоматерикові частини, віддалені від Атлантичного і Тихого океанів. Такі особливості характерні для центральної частини Євразії, де від узбережжя Каспійського моря і до внутрішніх районів Китаю сформувалася найобширніша аридна пустельна область земної кулі. Ця сама закономірність спостерігається і в центральних районах Африки і Австралії.

Значно краще забезпечені опадами західні сектори континентів, які розташовані в помірних широтах. Найкраще це проявляється в Північній Америці, і особливо в Європі, де панівний західний перенос повітря посилюється потужним впливом теплої течії Гольфстрім. При цьому тут, як і в екваторіальній зоні, спостерігається відносно рівномірний розподіл атмосферних опадів протягом року.

Області мусонного клімату (Далекий Схід, Японія, Східний Китай, Південно-Східна Азія, Індонезія, Індія) характеризуються чітко вираженим літнім максимумом атмосферних опадів. Області Середземномор'я, Крим, Середня Азія, навпаки, одержують, опади переважно взимку.

Таким чином, розподіл опадів на Землі має плямистий, концентричний, інколи меридіональний напрям і лише у випадку рівнинності дуже великого континенту, якими є Євразія і Північна Америка, наближається до горизонтального типу.

Г л а в а 6

ГІДРОСФЕРА

6.1. Загальна характеристика

Гідросфера — це унікальна оболонка нашої планети. Процес формування гідросфери, до якої належить Світовий океан, води суші (ріки, озера, льодовики), підземні і атмосферні води, був тривалим. Відбувався він внаслідок дегазації мантиї Землі. Весь об'єм води мантиї, який є джерелом формування води на Землі, оцінюється в 20 млрд. км³ (О. П. Виноградов, 1963), що в 15 разів більше об'єму гідросфери.

Загальний об'єм гідросфери нині становить трохи менше 1,5 млрд. км³ (М. І. Львович, 1986). Океан займає 94 % цього об'єму. Близько 4 % припадає на підземні води, більшу частину яких становлять глибинні розсоли. В льодовиках зосереджено 1,6% водних ресурсів планети. На долю поверхневих прісних вод у гідросфері припадає зовсім невеликий об'єм — близько 360 000 км³, або 0,25 % її загального об'єму, в тому числі 278 000 км³ становлять озера, а 83000 км³ — ґрунтові води. В річках знаходиться порівняно мало води — близько 1200 км³ або менше однієї десятитисячної відсотка всього об'єму гідросфери. Порівняно невеликий також об'єм водяних парів перебуває в атмосфері, де їхня кількість становить 14000 км³, або 0,001% загального об'єму гідросфери.

Характерною властивістю гідросфери є її єдність і безперервність. Це зумовлено спільністю походження всіх видів природної води, тісним взаємозв'язком між її окремими ланками, постійним переходом кожного з його видів в інший. Вода в географічній оболонці перебуває в рідкому, газоподібному і твердому стані, що є однією із суттєвих причин регіональних особливостей природи. Вода на землі є універсальним розчинником, вона взаємодіє з абсолютною більшістю речовин, не вступаючи з ними в хімічні реакції. Це забезпечує постійний обмін речовин, наприклад між організмами і навколишнім середовищем, між сушею і океаном.

Вода, як один з найважливіших природоформуєчих факторів, має певні специфічні особливості. Так усі тіла при переході з рідкого стану в твердий ущільнюються, а лід, навпаки, стає легшим. Ця властивість має виключне значення для живих організмів, що населяють гідросферу: лід через меншу відносну густину залишається на поверхні і, маючи погану теплопровідність, перешкоджає промерзанню водної товщі. Так само й сніг захищає ґрунти від промерзання, а посіви озимих від вимерзання.

Максимальну густину прісна вода має при +4 °С. Тому в водоймах на великих глибинах нагромаджується вода саме з такою температурою. Але температура води, при якій вона досягає найбільшої густини залежить від солоності: чим солоність більша, тим нижча температура води з найбільшого густиною. При збільшенні солоності сповільнюється замерзання води. Температура води найбільшої густини зменшується при збільшенні солоності повільніше, ніж температура її замерзання, і тільки при солоності 24,7% вони збігаються. При подальшому збільшенні солоності температура води з найбільшою густиною завжди нижча від температури замерзання води. Це означає, що така вода, охолоджуючись, стає щільнішою і опускається, а з дна на поверхню піднімається вода більш тепла. Наслідком цього є те, що глибокі озера високої солоності довго не замерзають навіть при дуже низькій температурі, тоді як прісні швидко покриваються льодом.

При замерзанні вода збільшується в об'ємі на 10%. При цьому вона

розширюється з такою силою, що розриваються навіть металеві труби, якщо вони були заповнені водою. У цьому полягає одна з причин інтенсивного фізичного вивітрювання гірських порід, що призводить до утворення в них тріщин і поступового подрібнення матеріалу.

Вода має найбільший (за винятком ртуті) поверхневий натяг із всіх відомих рідин. Ця властивість дає можливість руху води в рослинах і розчинених у ній поживних речовин на значну висоту від поверхні ґрунту.

Теплоємність води з усіх відомих у природі тил теж найбільша (за винятком водню і рідинного аміаку). При цьому теплоємність води з підвищення температури спочатку зменшується і досягає мінімуму при 30°C, а потім знову зростає.

Водне середовище зіграло дуже важливу роль у виникненні розвитку життя на Землі.

6.2. Кругообіг води

Серед численних рис і особливостей гідросфери слід особливо виділити рух. Гідросфера дуже динамічна. Рух є основою кругообігу води — грандіозного процесу обертання води в географічній оболонці, який зв'язує всі природні води, розподіляє їх на планеті, забезпечує прісними водами рослини, тварин і людей. З кругообігом води пов'язано формування ерозійних процесів і розчленування поверхні Землі.

Суть кругообігу води така. Вода, випаровуючись із поверхні океану і суші, поповнює атмосферу вологою. Внаслідок підняття повітря вгору воно охолоджується, а водяна пара конденсується, утворюються атмосферні опади, які випадають переважно у вигляді дощу і снігу. Дощові і снігові опади частково поглинаються ґрунтами, а вода, яка не встигає просочитися крізь землю, утворює поверхневий стік. Вона стікає зі схилів, збирається у вимивинах, балках в потоки, по розгалуженій сітці яких попадає в ріки. Але це лише частина річного стоку — *поверхневого*. РІКИ живлять підземні води внаслідок просочування ґрунтових вод через товщу осадових порід. Частина найактивніших підземних вод виходить на поверхню у вигляді джерел або дренається ріками. РІКИ найчастіше одержують постійний приплив саме завдяки стійкому живленню підземними водами. Води озер і морів, як і Світового океану в цілому, поповнюються також атмосферними опадами і річковими водами. Таким чином відбувається безперервне відновлення вод, що були втрачені внаслідок випаровування з поверхні океану і безстічних озер.

Залежно від просторів, які охоплює кругообіг води, його складності розрізняють малий і великий кругообіг (рис. 20). *Малий кругообіг* відбувається за схемою: океан (випаровування) — атмосфера (конденсація) — океан (опади). *Внутрішньоматериковий малий кругообіг* здійснюється внаслідок випаровування вологи з поверхні землі. Завдяки внутрішньоматериковому кругообігу вологи кількість опадів на суші збільшується. *Великий кругообіг* води здійснюється за умовами переносу вологи повітряними масами з океану на сушу. Він є основним джерелом відновлення ресурсів прісних вод на суші.

З річного водного балансу Землі (табл. 5) видно, що малий кругообіг охоплює майже в чотири рази більшу кількість вод, ніж великий. Кількість

випарування і опадів однакова тільки для планети в цілому—близько 900—1000 мм. На суші в середньому і рік опади становлять 700—750 мм, випаровування — 460—500 мм. Над океанами опадів випадає понад 1000 мм, але вимірювання тут дуже нерегулярні.

Кругообіг охоплює не тільки окремі ланки води але й, взаємодіючи з літосферою, атмосферою і біосферою, зв'язує окремі компоненти географічної оболонки в єдине ціле, що надає цій унікальній природі системі строго визначених закономірностей в її функціонуванні. Рушійними силами кругообігу води ступають сонячна енергія і сила тяжіння. Під впливом тепла відбуваються випаровування, конденсація водяної пари й інші процеси. Затрачена на випаровування енергія звільняється при конденсації вологи в атмосфері. Сила тяжіння служить причиною падіння крапель дощу, течії рік, руху ґрунтових і підземних вод.

На Землі спостерігається досить висока відновлюваність основних джерел прісних вод. З метою характеристики інтенсивності кругообігу М. І. Львович (1986) ввів поняття *активності водообміну*. Воно визначається за співвідношенням об'єму частини гідросфери до прибуткового або видаткового елементів її балансу, які формуються в процесі кругообігу води.

Підрахунки показали, що активність обміну вод океану становить 3000 років. Обмін підземних вод більш повільний (за винятком поверхневої активної зони водообміну, де підземні води змінюються кожні 300 років). Дуже мала активність властива полярним льодовикам, де водообмін здійснюється в середньому один раз за 15000 років. Разом з тим води рік змінюються кожні 11 днів, а атмосферні ще швидше — в середньому через кожні 9 днів. Чим менш активний водообмін, тим вища мінералізація води. Особливо яскраво це проявляється в глибинних підземних водах, які збагачуються розчинними елементами гірських порід. В процесі кругообігу відбувається опріснення водних ресурсів.

6.3. Світовий океан і його поділ

З космосу наша планета виглядає блакитною. Цього кольору їй надають разом з атмосферою води океану, які своєю площею значно перевищують територію суші. Океанічні води покривають майже 3/4 поверхні земної кулі. Усі разом океани названо *Світовим океаном*.

Проте за рядом особливостей Світовий океан є владним утворенням, у якого різні частини водної товщі відрізняються між собою. Океаносфера розділяється в основному материками, які посилюють відмінність окремих океанів залежно від ступеня їх відокремленості. Здебільшого кожний з океанів має свої характерні течії, припливи і відпливи, вітри, температури, розподіл солоності, будову дна, рослинний і тваринний світ, іхтіофауну тощо.

У відповідності з природними обрисами берегової лінії материків і фізико-хімічними особливостями режиму вод Світовий океан поділяють на п'ять океанів: Тихий, Атлантичний, Індійський, Північний Льодовитий і Південний. Виділення Південного океану як самостійного викликало серед учених багато дискусій, оскільки в нього відсутні будь-які помітні морфологічні або орографічні межі з південними частинами Тихого, Атлантичного і Індійського океанів.

На цій підставі на Міжнародному гідрографічному конгресі в Монако в 1952 р. було прийнято рішення не виділяти Південний океан в самостійний.

Одночасно там же був «ліквідований» і Північний Льодовитий океан, який приєднали до Атлантичного океану як внутрішнє Полярне море. Проте не всі вчені світу погодилися з цим рішенням і тому на багатьох картах. Північний Льодовитий океан фігурує як самостійний. Крім того, в деяких сучасних картографічних виданнях відновлена назва і Південного океану.

Назва Атлантичний океан була введена в XVI—XVII ст. голландськими географами Г. Меркатором і Б. Вареніусом. Назву Тихий океан дав найбільшому з океанів планети Ф. Магеллан (1480—1521), який під час першої кругосвітньої подорожі застав його напрочуд спокійним. Назва Індійський океан належить до глибокої древності спочатку для тієї його частини, яка розташована між Африкою і Індією. Ця акваторія називалася ще Еритрейським морем. Поступове назва Індійський океан поширилася на всі водні простори від Африки до Австралії і від південного узбережжя Азії до берегів Антарктиди.

Водна товща океанів у вертикальному розрізі неоднорідна. У Світовому океані виділяють зони і області, які відрізняються видовим складом морських організмів, формуванням рельєфу дна, динамікою фізико-географічних процесів. В океанах виділяють ряд батиметричних зон, які одночасно є і біоімічними, оскільки в поширенні морських організмів спостерігається зональність, зумовлена глибиною.

Біля берега умовно виділяють літораль, або *прибережну зону*, обмежену глибинами в декілька метрів. Вона затоплюється водою під час припливів і осушується при відпливах. Тут живуть своєрідні організми, здатні переносити періодичне висушування і вплив хвиль прибою. Далі до глибини 200 м виділяють *сублітораль*. Вона особливо багата життям, добре освітлена сонячним промінням, постійно аерується і містить багато поживних речовин. Нижче, від 200 до 500 м, виділяють *епібатіаль*. Перераховані три зони моря часто об'єднують в одну під загальною назвою *неритової області*. Далі до глибини 3 км виділяють *батіальну область*, від 3 до 6 км — *абісальну область*, а глибше 6 км — *ультраабісальну область*. Органічний світ в абісалі значно бідніший за кількістю і різноманітністю форм.

Морські організми за способом життя прийнято поділяти на три категорії: 1) нектон — активно плаваючі види; 2) планктон — пасивно плаваючі і 3) бентос — ті, які живуть на дні. Планктон і нектон живуть у відкритій водній товщі, їх називають *пелагічними організмами*, а донні організми — *бентальними*,

Моря у периферійних частинах океану, проникаючи в глибину суші, ізолюються від нього. Вони відрізняються будовою дна, солоністю і складом солей, температурними умовами, системою течій. Залежно від ступеня ізолюваності від океану, особливостей гідрохімічного і гідрологічного режиму, деяких інших географічних ознак виділяють моря внутрішні, напівзамкнені, відкриті і міжострівні (С. В. Калесник, 1955).

Внутрішні моря оточені майже зі всіх сторін сушею і з'єднуються з океаном або сусіднім морем однією або декількома протоками. Такими є, наприклад, Чорне, Азовське, Балтійське, Біле, Середземне, Червоне, Мармурове та ін.

Напівзамкнені моря лише частково обмежені материками і відокремлені від океану чи сусідніх морів, півостровами або групами островів, підводні

продовження яких перешкоджають вільному водообміну. До цієї групи належать моря Берингове, Північне, Охотське, Японське, Жовте, Північно-Китайське, Південно-Китайське, Андаманське, Карибське і ін.

Відкриті моря розташовані по країнах материків і зберігають вільний зв'язок з океаном, тому відмінності між ними незначні. Такими є моря Баренцове, Карське, Лаптевих, Східносибірське, Чукотське, Беллінсгаузена, Росса, Уделла, Аравійське, Коралове та ін.

Міжострівні моря оточені тісним кільцем островів або острівних дуг. Від океану вони відрізняються власною системою течій, специфічною температурою, особливими видами риб і водоростей. Яскравими прикладами морів даного типу є Яванське, Сулавесі, Сулу, Банда, Філіппінське.

Чим більше ізольоване море від океану, тим індивідуальніше воно за своїми географічними ознаками, різними режимами і живими організмами.

6.4. Солоність і хімічний склад вод

В гідросфері зосереджена величезна кількість солей, а саме близько $5 \cdot 10^{16}$ т. Сіллю океанів можна було б вкрити всю поверхню планети шаром товщиною 45 м. Тверді речовини, розчиняючись у воді, розпадаються на іони. Тому морська вода -- це іонний розчин із середнім вмістом 35 ‰ (промилле). Це означає, що в 1 л такої води міститься 35 г солей.

В морських водах виявлено принаймні 67 різних хімічних елементів, але головними є хлор і натрій, в меншій кількості іони сульфатів, магнію, кальцію, калію, карбонатів. Вказані елементи надають воді специфічного гірко-солоного смаку.

Існує декілька можливих джерел солей. Частина солей була вимита з порід морського дна. Значна кількість солей надійшла внаслідок дегазації магми при її остиганні. Важливе значення має винесення їх із суші ріками. Тут слід відмітити, що сольовий склад води в ріках істотно відрізняється від складу морської води. Річкова вода характеризується переважанням карбонатів (80%), а солоність її мізерна — в середньому близько 0,146 ‰.

Солоність води в океанах коливається від 33 до 37 ‰, але переважно вона становить 34—35 ‰. В поверхневому шарі солоність може знижуватися під впливом випадання атмосферних опадів, притоку прісної води з суші, танення льоду. Збільшується ж солоність внаслідок випаровування або в результаті утворення льоду, майже позбавленого солей.

В розподілі солоності вод у відкритому океані спостерігаються певні закономірності. В екваторіальних широтах вона дещо знижена — поверхневі шари тут зазнають інтенсивної дії атмосферних опадів. У субтропічних і тропічних широтах солоність підвищена — тут переважає випаровування над опадами, що підсилює концентрацію солей. В помірних широтах солоність близька до середньої. У високих широтах солоність ще більше зменшується внаслідок танення морського льоду і стоку рік (в північній півкулі).

Солоність морів залежить від тих же факторів, що й солоність океанів, але змінюється в значно більших межах. Так, у Чорному морі вона становить 15 - 23 ‰, в Балтійському — 3—20, в Середземному — 39, а в Червоному досягає навіть 40—42 ‰. У відкритих морях солоність майже така, як в океані, до якого вони примикають.

З глибиною солоність води помітно змінюється тільки у верхніх шарах. В

цілому для Світового океану можна констатувати деяке підвищення солоності з глибиною. При цьому хімічний склад води відзначається різною сталістю. Вивчення давніх форм життя в океані показує, що склад води мало змінився за останні 600 млн. років.

Крім солей, в морських водах завжди наявні гази. Найпоширенішими з них є азот, кисень і вуглекислота. Азот є в океані скрізь і майже в незмінній кількості. Кисень, який надходить безпосередньо з атмосфери та в результаті процесів фотосинтезу, необхідний для морських організмів і для розкладу органічної речовини. Вміст кисню і вуглекислоти регулюється температурою поверхні океану: при підвищенні температури вони виділяються в атмосферу, при зниженні поглинаються водою з атмосфери.

6.5. Циркуляція вод океаносфери

Глибоке пізнання циркуляції вод є ключем до розуміння природи не тільки Світового океану, а й планетарних процесів. Води океану перебувають у безперервному русі, з чим пов'язані їхній обмін, перерозподіл тепла, обриси берегів, циркуляція атмосфери й інші явища. Однією з найважливіших форм руху в океані є морські течії. Течії — це більш-менш правильні переміщення водних мас у горизонтальному напрямі. Розрізняють поверхневі і глибинні течії. Поверхневі течії найкраще вивчені, вони відіграють основну роль у планетарному переміщенні вод і перерозподілі тепла

Для характеристики основних напрямків руху вод.

Загальна циркуляція гідросфери океану — це в основному шляхи горизонтального переміщення величезних мас вод за тривалий час. Цей глобальний рух морських вод здійснюється наслідок дії вітру, перепадів атмосферного припливів і відпливів, змін рівня океану під дією стоку, опадів, випаровування, відмінностей в солоності температурі вод тощо. Всі морські течії зазнають впливу сил Коріоліса, які відхиляють їх вправо (північній півкулі і вліво — в південній.

Основною причиною руху води в океанах є вітри, які своїм тертям і тиском на навітряну сторону хвиль змушують їх рухатися. Так утворюються дрейфові течії — найбільш поширені течії в океані. Особливо добре вони виявлені в тропічних і екваторіальних широтах, де постійно дмуть пасати. Яскравим прикладом дрейфових течій є Північна і Південна течії в Атлантичному і Тихому океанах. В Індійському океані постійною є тільки Південна пасатна за походженням є стічно-компенсаційною. В Атлантичному океані вона проявляється чітко і до того ж на деякій глибині від поверхні. Компенсаційні течії мають вторинний вони поповнюють будь-який відтік води.

Стічні течії виникають в результаті нахилу рівні утвори, зумовленого приторком вод з інших районів або відтоком в інші райони моря під дією зовнішньої сили. Такі умови виникають, наприклад, внаслідок припинення вітру, який нагнав воду до берегів. Такі умови виникають, наприклад, внаслідок припинення вітру, який нагнав воду до берегів.

Близькими за походженням до стічних течій є стокові, які утворюються в результаті нахилу рівня води, зумовленого приносом річних вод, випаданням атмосферних опадів або випаровуванням. Вони формуються в різних регіонах океаносфери і мають, особливо помірних і полярних широтах, певні сезонні які пов'язані із зміною кількості опадів і особливостями водного режиму рік.

Окрему групу утворюють г у с т и н н і течії, які виникають між акваторіями з різною густиною води. Відмінності в густині визначаються несхожістю температури або солоності, або тим і іншим разом. Наприклад, води Середземного моря більш солоні, а рівень моря дещо нижчий, ніж в Атлантиці. Тому через Гібралтарську протоку з Атлантики в Середземне море рухаються по поверхні більш легкі води, а по дну з моря в океан через ту ж протоку більш важкі. Течії аналогічного походження є між Чорним, Мармуровим і Середземним морями, Балтійським і Північним.

Важливим є поділ течій з точки зору їхньої кліматичної ролі. Теплими вважаються течії, які приносять воду більш тепло, ніж вода того району, куди вони заходять. Як правило, це є течії із низьких широт у високі. Холодні течії — це ті, в яких температура води нижча, ніж температура води того району, куди вони заходять. Холодні течії завжди рухаються в напрямку від полюсів до екватора. Такими є, наприклад, Лабрадорська, Каліфорнійська, Перуанська і Бенгальська течії.

Незважаючи на відмінності в походженні течій, істотні відмінності в температурі і несхожість за деякими гідрохімічними показниками, в загальній циркуляції вод трьох найбільших на Землі океанів проявляються певні закономірності. Так, пасатні течії беруть початок в області постійних вітрів. Течії в кожному океані, крім Індійського, утворюють по два замкнених кільця, які оточують області субтропічних максимумів. При цьому рух вод в кільцях північної півкулі здійснюється за годинниковою стрілкою, а в південній півкулі — навпаки. В Індійському океані добре розвинене тільки південне кільце океанічної циркуляції.

В субантарктичних водах переважні західні вітри утворюють дуже потужну течію Західних вітрів, яка єдиним рухомим поясом охоплює всю земну кулю. Через часту штормову погоду і величезні океанічні хвилі висотою до 26 м ці широти вважаються найбільш неспокійними в океані. Вони носять назву «ревучих сорокових широт» і «несамовитих п'ятидесятих широт». І нині ці широти є суворим випробуванням для морських мандрівників.

Крім горизонтальних рухів водних мас, в океанах є й вертикальні переміщення. Вони відбуваються, наприклад, внаслідок конвекції, зумовленої відмінностями в густині вод або внаслідок апвелінгу — «здування» поверхневих вод від берега тривалими постійними вітрами. На заміну їм з глибини здіймаються більш холодні води.

У відкритому океані вертикальні рухи води досить часто виникають внаслідок явищ конвергенції і дивергенції. В місцях конвергенції відбувається: сходження поверхневих вод. Накопичення вод спричиняє їх опускання. Конвергенція має місце, наприклад, в центральних зонах субтропічних антициклонів, куди морські течії постійно наганяють надлишок води. Дивергенція — явище протилежне, коли відбувається розходження вод, що спричинює підняття води з глибини до поверхні. Дивергенція краще всього виражена в помірних широтах та поблизу екватора на межі пасатних течій з екваторіальними протитечіями.

6.6. Ріки

Як помітив ще цар Соломон, ріки течуть до моря, але воно не переповнюється, хоч ріки течуть віками. Довго вчені не могли відгадати цю

загадку і лише вимірювання кількості дощових опадів і витрат у ріках, зроблені в XVII ст. Парро, Маріотті і Галеєм, привели до створення концепції кругообігу води (А. Аллісон, Д. Палмер, 1984).

Річний стік є важливою і найбільш зримою частиною водного балансу Землі. Щорічно в ріках земної кулі спливає 38,8 тис. км³ води. Величина стоку залежить від фізико-географічних умов території, і перш за все. від співвідношення опадів і випаровування, форми опадів, рельєфу, наявності лісів і боліт. В' забезпеченні постійності стоку рік дуже велику роль відіграє ґрунтовий стік. Усі названі фактори створюють досить строкату картину в розділі, річного стоку на окремих материках або регіонах. Так, річний стік однієї лише р. Амазонки становить близько 3160 км³. Цієї води вистачило б для 60 таких рік, як Дніпро.

Площа, з якої ріка і її притоки одержують воду називається *водозбірним басейном*. До найбільших у світі належать водозбірні басейни Амазонки (7,18 млн. км²), Конго (3,82 млн км²), Обі (2,97 млн. км²), Міссісіпі з Міссурі (3,27 км²), Лени (2,49 млн. км²). Площа водозбірного басейну Волги 1,46 млн. км², Дніпра - - 504 тис. км². Найбільшу довжину мають, ріки Амазонка — 6437 км, Ніл — 6671 км, Міссісіпі з Міссурі — 5971 км. Для порівняння: довжина Лени. становить 4400 км, Волги — 3531, Єнісею — 4092, Обі — 3650, Дніпра — 2201, Дністра—1352 км.

Кожна ріка — це природний водний потік, що протікає в сформованому руслі. В кожній ріці розрізняють витік, верхню, середню, нижню течії і гирло. Витоком називають те місце, де ріка бере свій початок. Це можуть бути джерела (Волга, Дністер), болота (Амазонка, Дніпро, Прип'ять), озера (Нева, Ангара, Ніл). Верхів'ям ріки називається її верхня течія, яка досить часто утворюється внаслідок злиття декількох потоків. В середній і нижній течії долини рік найкраще виражені, вони складаються тут з русла, заплави і декількох терас. Руслом називають ту частину долини, яка постійно заповнена водою. Заплава покривається водою-тільки під час повеней або паводків. їхня поверхня, як правило, рівна і вкрита молодими алювіальними (річковими) відкладами. При заглибленні - русел внаслідок зниження базису ерозії утворюються тераси — сходоподібні уступи різної ширини, що тягнуться вздовж схилів прилеглої місцевості. Рахунок. терас ведуть від сучасної заплави — перша, друга, третя і т. д., кожна вища тераса старша за віком, В поперечному плані долини рік асиметричні. Основна причина цього — вплив сили Коріоліса, внаслідок чого води в ріках північної півкулі сильніше підмивають правий берег, а південної — лівий. Цю закономірність в морфологічній будові річкових долин вперше помітив російський учений XIX ст. Бер, іменем якого згодом і був названий даний закон природи.

Усі ріки закінчуються гирлом -- місцем їхнього впадіння в море, озеро або іншу ріку. За будовою розрізняють два типи гирл — дельти і естуарії. Дельти (назва походить від грецької букви λ, форма якої відповідає формі гирла в плані) утворюються в ріках, які приносять в гирла велику кількість піску і мулу. Дельти деяких рік досягають величезних розмірів (наприклад, Міссісіпі 150000 км², Лени 45000, Волги 18000, Дунаю 5640 км²). Естуарії часто утворюються внаслідок затоплення і розширення русел рік. Могутні естуарії сформувалися в гирлах Амазонки, Єнісею, Обі. Різновидністю естуаріїв є лимани, які утворилися внаслідок опускання суші і проникнення в гирла

морських вод. Так виникли, зокрема, добре відомі причорноморські лимани Куяльницький, Хаджибейський, Березанський, Бурнас та ін.

Велику роль для рік відіграє характер їхнього живлення, який є визначальним для водоносності рік. Живлення рік залежить, головним чином, від кліматичних умов. Так, в екваторіальному поясі основним є дощове живлення, в субарктичному—снігове (взимку — ґрунтове), а в помірному— змішане. Стік більшості рік планети має чітко виражену сезонність. Враховуючи особливості шляхів живлення і водного режиму рік, М. І. Львович розділив їх на ряд типів. В наведеній класифікації ріка належить до змішаного типу, якщо ні одне з джерел не дає 50% води; якщо одне з джерел дає від 50 до 80 % води, то річка має переважне живлення, якщо ж більше 80%, то значення джерела оцінюється як виключне.

1. Амазонський тип — живлення виключно дощове, переважає осінній стік (Амазонка, Конго).

2- Нігеріанський тип — живлення переважно дощове, переважає осінній стік (Нігер, Ніл).

3. Меконгський тип — живлення виключно дощове, переважає літній стік (Меконг, Парана, Мараньон).

4. Амурський тип — переважно дощове живлення, переважає літній стік (Амур, Вітім, Яна).

5. Середземноморський тип — винятково або переважно дощове живлення, виражений зимовий стік (Рур, Темза, ріки південного берегу Криму).

6. Одеріанський тип — переважає дощове живлення і весняний стік (Одра, Тиса, По, Огайо).

7. Волзький тип — переважне снігове, переважає весняний стік (Волга, Міссісіпі, Тобол, Тигр).

8. Юконський тип—переважне снігове живлення, панує літній стік (Юкон, Колорадо, Вілюй),

9. Нурінський тип — переважає снігове живлення і майже виключно весняний стік (Нура, Інгулець).

10- Гренландський тип—живлення виключно льодовикове, стік влітку тимчасовий.

11. Кавказький—переважне льодовикове живлення і літній стік (Кубань, Терек, Рона).

12. Чилійський тип—переважно підземне живлення, стік рівномірний (ріки пустель Чилі).

Усі ріки виконують велику роботу в перерозподілі енергії і речовини на поверхні Землі. Руйнівна робота води починається з ударів дощових крапель по поверхні землі, що спричинює розвиток поверхневої площинної ерозії. Збір води в тимчасові потоки, особливо добре виражений в тальвегах, ярах, балках, руслах, сприяє прояву лінійної ерозії. Ріки розмивають породи на своєму шляху, переносять розчинені речовини і мулистий матеріал, волочать по дну великі уламки гірських порід. Завдяки постійному тертю транспортованого матеріалу розміри алювіальних частинок в міру їхнього руху вниз за течією поступово зменшуються.

Річкова ерозія руйнує гірські породи відповідно з їхньою міцністю, створюючи в долині ріки різні ерозійні форми. До них належать тераси,

пороги, водоспади, каньйони тощо. РІКИ відкладають транспортований матеріал, якщо зменшується швидкість течії або збільшується ширина ріки. В результаті утворюються алювіальні конуси виносу, передгірні алювіальні рівнини, прируслові вали, русловий і заплавний алювій, тераси, дельти.

Підраховано, що протягом року ріки виносять з материків 10—12 км³ твердої речовини і 3,3 млрд. т розчинених речовин. В середньому за кожні 125 тис. (років із материків змивається однометровий шар. При таких темпах тільки водна ерозія здатна знівелювати материки за порівняно короткий строк— 100 млн. років. Але материки існують вже мільярди років. Отже, активна їхня ерозія компенсується підняттям земної поверхні, зумовленої тектонічними процесами.

Ріки мають величезне значення для життя людей. Їхні прісні води використовуються для пиття, побутових потреб, транспорту і риболовства, зрошення земель і промислового водопостачання. На ріках споруджено тисячі гідроелектростанцій, які виробляють дешеву за собівартістю електроенергію.

6.7. Озера

Озера — це внутрішні водойми суші з застійними або слабо протічними водами. Вони розташовуються в замкнених котловинах. Озера займають на земній кулі близько 1,8 % площі суші, або 2,7 млн. км². Найбільше озеро на Землі Каспійське займає площу 393 200 км². Найбільш високогірне озеро Хорпатсо розташоване в горах Тибету на висоті 5400 м. Найбільш низьку відмітку має Мертве озеро, рівень якого знаходиться нижче рівня Світового океану на 392 м. Найбільшим за запасами прісних вод є озеро Байкал — 23000 км³, що становить 1/5 світових запасів поверхневих прісних вод. Байкал є і найглибшим озером світу, максимальна глибина його становить 1620 м.

Котловини, в яких зосереджена озерна вода, за походженням бувають різні. Розрізняють такі типи озер.

Тектонічні озера — мають лінійно витягнуту форму і дуже значні глибини. Вони пов'язані з тектонічними розломами у земній корі і поширені в сейсмічно активних районах Землі. Таким шляхом утворилися найбільші озера світу: Байкал, Телецьке, Великі Африканські, Мертве море.

Вулканічні озера утворилися в кратерах і кальдерах. Кратери вулканів мають лійкоподібну форму розміром до декількох кілометрів. Кратерними є котловини деяких озер Камчатки, Індонезії, маари (декілька невеликих за розміром кратерів) у Франції Термін «кальдера» виник при описуванні величезного заглиблення на Канадських островах, названого La Caldega, який має більше 5 км у діаметрі і оточений 1000-метровими висотами. Зараз термін застосовується для позначення великих депресій у вулканічних областях. До кальдер належать, зокрема, котловини Курильського і Кроноцького озер на Камчатці.

Льодовикові озера сформувалися на територіях, що зазнали зледеніння. Вони утворилися внаслідок льодовикової ерозії або льодовикової акумуляції як правило, неглибокі, мають витягнуту форму й орієнтовані в напрямку руху льодовика. Дуже поширені в Фінляндії, на Кольському півострові, в Карелії, Білорусії, на півострові Лабрадор. В горах льодовикові озера називають карами. Це невеликі заокруглені зниження на схилах хребтів, вироблені сніжниками і льодовиками четвертинного зледеніння. Карові озера

зустрічаються на Памірі, Тянь-Шані, Кавказі і навіть в найбільш високогірній частині Українських Карпат — на масивах Свидовець і Чорногора.

Заплавні, або старанні, озера — це замкнені водойми видовженої форми, які відокремлені від основного русла ріки і можуть з'єднуватися з ним короткочасно лише під час повеней.

Лагунові озера формуються в пре бережно-морській зоні на місці відокремлених від відкритого моря заток, бухт, лиманів. До них належать озера Сасин (Одеська обл.) і Саки (Кримський п-ів), дюнні озера на берегах Балтійського, Північного і Середземного морів.

Обвальні, або загатні, озера зустрічаються в гірських районах і передгір'ях. Утворюються внаслідок обвалів величезних мас гірських порід у вузькі долини бурхливих потоків і річок. Обвали гірських порід створюють часом значні загати в долинах рік, вище яких нагромаджується вода. Так, в 1911 р. на Памірі гігантський обвал гірських порід поховав під собою селище Усой разом з його жителями, утворивши в Долині ріки Мургаб греблю 5 км завдовжки і 600 м заввишки. Вище греблі внаслідок нагромадження води утворилося Сарезьке озеро 70 км завдовжки, 400 м завширшки і 505 м завглибшки. До цього типу належить ще ряд озер Паміру, Тянь-Шаню, Гімалаїв, Кавказу. З них найбільш відомим є озеро Ріца — надзвичайно мальовниче озеро в Кавказьких горах, яке приваблює до себе тисячі туристів і відпочиваючих на Чорноморському узбережжі.

Карстові озера поширені в областях, де є достатньо легко розчинних гірських порід — вапняків, гіпсів, доломітів. Тривале їх розчинення водами призводить до утворення порівняно глибоких, але незначних за площею декількох котловин. Тут же часто зустрічаються провали, зумовлені вимиванням і виносом ґрунтовими водами нижчезалягаючих порід. До карстових належать озера Ельтон і Баскунчак, Охридське і Преспа на Балканах, Шацькі озера на Волині, можливо, озера Мічиган і Онтаріо та ін. В деяких карстових печерах, наприклад Кунгурській, Афонській, утворилися підземні озера.

Суфозійні озерні котловини утворюються від просадки ґрунту внаслідок виносу ґрунтовими водами розчинних, а також легко рухомих частинок верхніх шарів кори вивітрювання. Суфозійними є котловини багатьох озер степової зони Західносибірської рівнини і Центральної Азії.

Органогенні котловини виникають на сфагнових болотах і коралових островах. Причиною їхнього утворення є нерівномірне наростання мохів в першому випадку і поліпів — в другому. Озера даного типу зустрічаються на території Західного Сибіру і коралових островах Світового океану.

Еолові озера утворюються на місці дефляційних знижень — котловин видування, характерні для аридних районів земної поверхні.

Штучні озера — водосховища, ставки — створюються з метою покращання водопостачання населених пунктів і промислових об'єктів, для забезпечення водою зрошуваних земель. За своїми розмірами багато з них не тільки не поступаються природним озерам, але досить часто і більші за них.

Більшість з озерних котловин заповнена прісними водами. Деякі озера, як, наприклад, Каспійське море, колись з'єднувались з океаном, тому вони містять реліктову морську воду. Солоними є також деякі внутрішньоконтинентальні озера, особливо в умовах сухого і жаркого клімату, що пояснюється сильним

випаровуванням води або надходженням з надр Землі розсолів і вод з підвищеною концентрацією солей.

Води озер за ступенем мінералізації поділяють на прісні з вмістом солей до 1 г/л, солонуваті — від 1 до 25 г/л, солоні — понад 25 г/л. Озера з солоною і солонуватою водою поширені в Казахстані, Прикаспії, на узбережжі Азовського і Чорного морів, на Західносибірській низовині і Забайкаллі. Є вони і на інших материках. Найбільш солоні озера світу — Велике Солоне — 265,5‰ і Ельтон — 291‰.

Озера мають різнобічне географічне значення. Вони впливають на клімат прилеглих районів. Розмір цього впливу визначається величиною водної поверхні. Випаровування з водної поверхні позначається на вологості повітря приозерного району. На берегах великих озер виникають рухи повітря з добовою періодичністю — бризи. Змінюється тепловий режим приозерної місцевості: літо тут в цілому дещо прохолодне, а зима — трохи тепліша, ніж на більш віддаленій території.

Озера досить часто є базисом ерозії для рік, які в них впадають. Зниження в озерах рівня води посилює ерозію в басейні ріки, а підвищення, навпаки, сповільнює її прояв. Таким чином, вплив озера на рельєф поширюється на значну відстань і помітно перевищує площу самого озера.

Режим і водність рік, які беруть початок з озер або протікають через них, менше залежать від особливостей в розподілі опадів за сезонами і роками. Школи озера помітно впливають і на замерзання рік. Так, ріка Ангара, яка витікає з Байкалу, замерзає не кожен рік, що пояснюється її постійним живлення байкальськими водами.

6.8. Підземні води

Нижче поверхні землі в порах і тріщинах ґрунтів [і в гірських породах містяться підземні води, яких приблизно в 37 разів більше, ніж у всіх озерах, ріках і болотах світу. За підрахунками М. І. Львовича і Ф. О. Макаренка (1966), у верхній п'ятикілометровій товщі земної кори зосереджено близько 60 млн. км³ води, або 4,12 % всього об'єму гідросфери.

За походженням підземні води діляться на інфільтраційні, седиментаційні, конденсаційні і магматичні.

Інфільтраційні води утворюються при інфільтрації (просочуванні) в ґрунт атмосферних опадів та інших поверхневих вод. Вони особливо поширені в верхніх горизонтах земної кори, де відбувається інтенсивний водообмін. До цього типу належать прісні підземні води, що використовуються для водопостачання.

Седиментаційні води утворюються в процесі осідання відкладів на дні водойм. Так, вологість морського мулу в природних шарах досягає 80 %. Проте цей процес дуже повільний, до того ж при ущільненні морських відкладів вони втрачають значну кількість воли.

Конденсаційні води утворюються при конденсації водяної пари в ґрунтах. Хоч вони мають обмежене значення, в окремих випадках, наприклад в пустелях, конденсаційні води відіграють основну роль у поповненні підземних вод.

Походження *магматичних вод* пов'язане з виділенням їх з остигаючих парів магми. Вперше їх виділив у 1902 р. Е. Зюсс. Він назвав їх ювенільними

(лат. *juvenilis* — юний). Питання про джерела магматичних вод є дискусійним. Вважають, що при русі магми до поверхні вона може поглинати води різного генезису.

Вода зустрічається в земній корі у твердому, рід. кому і газоподібному станах. У вигляді льоду вона перебуває в поверхневих шарах тих районів планети, де середньорічні температури нижчі нуля градусів. В основному вода міститься в надрах землі в рідкому стані. Розрізняють декілька видів води в ґрунтах і гірських породах.

Кристалізаційна вода входить до складу кристалічних решіток мінералів. Прикладами можуть бути гіпс, лімоніт, мірабіліт.

Гігроскопічна вода охоплює дуже тонкою плівкою поверхню зерен мінералів, гірських порід, структурних агрегатів ґрунту. Утворюється шляхом осідання водяних парів з повітря і випаровується тільки при сильному нагріванні їх.

Плівкова вода утворює на поверхні зерен мінералів товстіший шар, вода в ньому може переміщуватись під впливом молекулярних сил.

Капілярна вода займає тонкі пори розміром до 1 мм. Утримується в них силами поверхневого натягу, в цілому є малорухомого. Найбільш поширена в глинах, суглинках і супісках.

Гравітаційна вода заповнює великі пори розміром більше 1 мм. Вона здатна переміщуватися від вищезалягаючих горизонтів у нижчезалягаючі під впливом сили тяжіння. Її ще називають вільною.

За умовами залягання підземні води поділяють на ґрунтові, верховодку, надпластові і міжпластові.

Ґрунтові води заповнюють пори і пустоти в породах. Вони перебувають у прямій залежності від кліматичних умов місцевості — температури, кількості атмосферних опадів. Ґрунтові води мають виняткові важливе значення для забезпечення рослин вологою.

Верховодка — поверхневий водоносний шар. Визначається малою потужністю (1—2 м) і велике мінливістю рівня, найкраще виражена в невеликих лінзах над водонепроникними або слабо водопроникними породами. В посушливий час може зникати повністю.

Надпластові води — відрізняються від верховодки значним поширенням і доброю враженістю в усі сезони року. Широко використовуються для пиття.

Міжпластові води розташовані між двома водостійкими шарами. За характером напору ці води поділяються на безнапірні і напірні. Останні називають артезіанськими (походить від назви провінції у Франції Артезія, де вони вперше були описані). Вони найчастіше належать до шарів, що, синклінальне залягають (вигнуті до низу). Структури, що охоплюють декілька горизонтів артезіанських вод, називають артезіанськими басейнами. Вони нерідко займають значні площі. Так, площа Московського артезіанського басейну становить 300 тис. км², а Дніпровсько-Донецького—350 тис. км². Найбільшим у світі є Західносибірський артезіанський басейн площею 3 млн. км². Великі артезіанські басейни відкриті на території Австралії і навіть на півночі найбільшої пустелі світу — Сахари. Артезіанські води є у верхніх пластах земної кори, як правило, прісні і дуже чисті, тому вони широко використовуються для водопостачання міст і сіл.

Артезіанські води в деяких випадках мають високу температуру. Води, що

мають температуру 37—42 °С, називають термальними, вище 42 °С — гарячі й. Гарячі підземні води знаходять все ширше застосування при опаленні житлових будинків, виробництві електроенергії. Дармове тепло вод уже частково використовується в Ісландії, на Камчатці. Не виключено, що і термальні води Закарпаття теж скоро розширять сферу свого практичного застосування.

З глибиною рух вод сповільнюється, вони стають все більш солоними і поступово перетворюються в розсоли. Це означає, що концентрація солей в них перевищує 50 г/л. Хімічний склад підземних вод залежить від складу гірських порід, з якими вони контактують. З катіонів найчастіше зустрічаються H^+ , N^+ , K^+ , Mg^{2+} , $\text{Ca}^{2+}+\text{Fe}^{2+}$, Fe^{3+} ; з аніонів — OH^- , HCO_3^- , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} . Крім того, в розчиненому стані у воді є гази: CO_2 , O_2 , H_2 , CH_4 , H_2 та ін. Від хімічного складу вод і їхньої температури залежить розчинювальна здатність їх. Оскільки температура вод з глибиною зростає, вони, як правило, більш насичені різними солями і речовинами.

Підземні води мають, в цілому дуже важливе народногосподарське значення. Вони належать до числа природних ресурсів, від яких залежить значна частина населення земної кулі, їх використовують для водопостачання населених пунктів, вони широко використовуються в сільському господарстві і промисловості. Неоцінену роль підземні води відіграють а живленні різноманітного рослинного світу, вони є незамінні як джерело пиття для всього живого на нашій планеті. Роль води в ґрунті академік Г. М. Висоцький (1962) порівнював із роллю крові в живому організмі. З цим визначенням не можна не погодитися.

6.9. Льодовики

Льодовики — це величезні маси природного рухомого льоду, які утворюються внаслідок нагромадження, ущільнення і перекристалізації багаторічних твердих атмосферних опадів. Льодовики вкривають близько 11% {16,2 млн. км²) поверхні суші. 98,5% цієї площі або майже все сучасне зледеніння припадає на Антарктиду, Гренландію і острови Північного Льодовитого океану; решта 1,5% залишається на долю гірських льодовиків. Найбільшої потужності льодовики досягають в Антарктиді — до 4200 м. В горах вони мають значно менші розміри і невелику товщину, яка лише місцями перевищує сотні метрів.

Утворення льодовиків пов'язують з хіоносферою. Так називають оболонку холоду, або морозну сферу, що оточує всю Землю і в якій є можливим постійний позитивний баланс твердих опадів. Нижня межа цієї оболонки в основному збігається з кліматичною сніговою лінією — рівнем, на якому кількість твердих опадів дорівнює витратам на їхнє танення. Нижче цієї границі снігу надходить менше, ніж витрачається, а вище від неї може відбуватися нагромадження снігу і поступове перетворення його у фірн і глетчер. Вони характеризують різні стадії ущільнення снігу і льоду. Сніг з часом перетворюється в зернистий лід — фірн, а останній під впливом тиску шарів, що вище залягають, перетворюється в суцільну склоподібну масу — глетчерний лід. Підраховано, що на утворення 1 м³ глетчерного льоду витрачається близько 11 м³ снігу. Область, де відбувається перетворення снігу в лід, називається областю живлення.

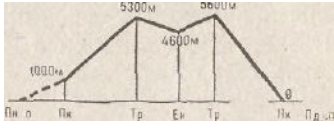


рис. 21. Висота снігової лінії:

Пн.п. — Північний полюс;

Пк — полярне коло;

Тр — тропік;

Ек — екватор;

Пд. П.—Південний полюс

В разі відсутності в межах хіоносфери суші або льодової поверхні нагромадження снігу, а отже, і утворення льоду не відбувається навіть в тому разі, коли з хмар постійно випадають тверді опади. Тому нижня снігова лінія в середніх і низьких широтах не скрізь виражена. Положення ж її у високих горах визначається не тільки географічним положенням, але й кількістю опадів: чим більше випадає твердих опадів, тим триваліше вони тануть, тому рівень нижньої снігової лінії тут знижується. і навпаки, якщо снігу випадає мало, нижня межа поширення снігу піднімається вгору, її висота в горах залежить також від експозиції схилів та особливостей орографії. В узагальненому вигляді хід нижньої снігової лінії на землі зображено на рис. 21.

Що ж стосується верхньої снігової лінії, то в атмосфері вона, безумовно, існує, бо з підняттям вгору кількість опадів зменшується і на певній висоті з повітря може виділитися лише мізерна кількість опадів, яка легко випаровується навіть при існуючих тут низьких температурах. Верхня межа хіоносфери міститься вище будь-яких нині існуючих гір.

Враховуючи, що положення і висота материків з часу останньої льодовикової епохи істотно не змінилися, стає очевидним, що зледеніння залежить безпосередньо від кліматичних умов. Зміни клімату були періодичними. За останні 2 мільйони років відбулося 4 головних наступання і відступання льодовиків. Так, на території Східноєвропейської рівнини збереглися сліди — це головним чином специфічні моренні відклади — Окського, Московського, Дніпровського і Валдайського зледенінь. Максимальним з них було Дніпровське, під час якого льодовик досяг, зокрема, районів, де нині розташовані міста Ковель, Рівне, Житомир, Київ, Чернігів, а по долині Дніпра його “язик” проник ще південніше — до широти Дніпропетровська.

До земних належать причини, що призводять до зменшення кількості сонячного тепла, яке досягає Землі, або зумовлюють зміни в розподілі тепла на її поверхні. Так загальне планетарне похолодання клімату може бути викликане зменшенням прозорості атмосфери внаслідок попадання в повітря великої кількості вулканічного попелу. Зменшення кількості тепла, яке утримується Землею, може бути пов'язане зі зміною вмісту в атмосфері вуглекислого газу. До речі, сучасне потепління клімату нерідко пояснюється саме збільшенням вмісту вуглекислого газу в повітрі. Регіональні зміни в

розподілі тепла на поверхні Землі пов'язані, перш за все, з переминами напрямку океанічних і повітряних течій.

Нині більшість учених віддає перевагу позаземним причинам зледеніння. Їх пов'язують з коливанням сонячної активності або зі змінами положення Землі відносно Сонця. Остання гіпотеза опирається на такі факти: 1) зміна ексцентриситету земної орбіти з періодом близько 90 000 років; 2) зміна кута між екватором і площиною обертання Землі навколо Сонця від $21,5^\circ$ до $24,5^\circ$ за період близько 40 000 років; 3) зміна орієнтування земної осі в просторі, яке називається прецесією, з періодом близько 21000 років. Кожний з цих факторів має тенденцію змінювати розподіл сонячної енергії на поверхні Землі, а коли їхній вплив збігається, то вони посилюють або послаблюють даний процес. Інколи зимові періоди бувають дуже холодними, а літні — жаркими, або навпаки: зими — м'якими, а літа — холодними. Хоч середньорічні температури залишаються при цьому незмінними, вважається, що для зародження льодовиків холодне літо є сприятливим, якщо сніг не зростає і проіснує рік.

Вивчення сучасного зледеніння Землі показало, що за морфологічними і динамічними особливостями доцільно розрізнити два типи льодовиків: льодовики стоку і льодовики розтікання. У льодовиків стоку напрям руху і форма зумовлені рельєфом земної поверхні. Вони найбільш властиві гірським районам, тому їх ще називають гірськими льодовиками. У льодовиків розтікання (вони відомі ще як покривні льодовики), напрям руху і форма зумовлені розподілом живлення і витратою льоду, а не особливостями рельєфу. Найбільший з них — льодовик Антарктиди. Він займає площу 13,9 млн. км². Середня потужність його близько 1720 м, а максимальна — досягає 4200 м. Завдяки великій товщині льоду середня висота материка становить 2040 м, що майже в три рази перевищує середню висоту решти континентів.

Льодовики відіграють велику роль у географічній оболонці. Вони істотно впливають на рельєф, кліматичні і погодні умови Землі. Завдяки їм утворюються моренні відклади, гострі гребені гір та інші характерні льодовикові форми рельєфу. Різкі контрасти в температурі і тиску зумовлюють постійний рух повітряних мас. Льодовики живлять чистою водою численні ріки, які беруть початок з гір. Вони містять у собі величезні запаси прісних вод, які так потрібні населенню в деяких регіонах планети. Зараз активно опрацьовуються проекти використання запасів прісних вод, зосереджених в айсбергах (Eisberg — у перекладі з німецької означає «льодова гора»). Передбачається буксування плаваючих льодових островів до берегів, тих країн, де має місце гострий дефіцит прісних вод.

6.10. Вічна мерзлота

Вічна мерзлота поширена в районах, де середні річні температури від'ємні, а атмосферних опадів випадає дуже мало. В таких умовах ґрунти і гірські породи верхніх шарів земної кори практично постійно перебувають у мерзлому стані. Мерзлотою на суші зайнято понад 21 млн. км², або 14 % площі. Найбільші масиви багаторічної мерзлоти розташовані на території Росії (де вона займає близько 11 млн. км² — більше половини території країни), на Алясці і в Канаді. У південній півкулі мерзлота займає лише 1 млн. км². Є підстави вважати, що під льодовиковим куполом Антарктиди, як і Гренландії,

суцільного мерзлотного шару немає.

За походженням вічна мерзлота є реліктом минулих льодовикових епох четвертинного часу. Потепління клімату в післяльодовиковий час зумовило відтавання мерзлих порід і поступове скорочення ареалів їхнього поширення. Доказами цього процесу є острівний характер поширення вічної мерзлоти, інтенсивний процес відтавання, знахідки в товщі мерзлих порід вимерлих видів флори і фауни.

Проте не всі вчені погоджуються з цією точкою зору. Деякі дослідники вважають, що вічна мерзлота є сучасним процесом. На підтвердження вони наводять численні спостереження за виникненням мерзлоти на островах, що недавно утворилися в дельтах великих сибірських рік.

Лід не тільки цементує частинки породи, але й заповнює в них пори, збільшує їхні розміри внаслідок збільшення власного об'єму при замерзанні. Поступово в мерзлом ґрунті утворюються жили, клини, маси льоду неправильної форми і довгасті лінзоподібні прошарки, які можуть досягати великих розмірів. Особливо сприятливі умови для формування великих лінз виникають на слабо дренованих теренах, які вповнені торфом або підстилаються глинами.

В районах розвитку вічної мерзлоти утворюються характерні структури ґрунту, в тому числі торф'яні і кам'яні круги, полігональні тріщини, кам'яні гірлянди і смуги. Подібні структури, які утворилися під впливом морозів, можна спостерігати на багатьох вершинах гір, хоч мерзлоти там нині немає.

Кільцеві структури можуть утворюватися внаслідок як замерзання води, так і промерзання ґрунту. В першому випадку формуються переважно торф'яні круги, які пов'язані з перемінним замерзанням і відтаванням води, розривом ґрунтового шару і розсуванням його, а там, де відбулося відокремлення, виникають морозобійні тріщини. Другий характерний випадок — утворення кам'яних кілець — пов'язаний з промерзанням землі і виникненням тріщин просадки. Весняні талі води стікають у ці тріщини і виносять тонкозернистий матеріал, залишаючи на поверхні грубий уламковий матеріал. Так виникає полігональна система тріщин.

Потужність вічної мерзлоти в різних місцях змінюється навіть в областях із дуже холодним кліматом. Вона коливається від нуля поблизу озер і гарячих джерел до 300 м і більше. Максимальна глибина сталого промерзання порід перевищує 600 м.

Багаторічна мерзлота створює особливі умови для розвитку рослинності, що позначається на їхньому стані. Рослини перебувають переважно в умовах фізіологічної спілості. Коріння рослин не може заглибитись через шар вічної мерзлоти. Деревя з поверхневою кореневою системою погано тримаються в ґрунті, внаслідок чого в тайзі часто зустрічаються ділянки вітровалів.

Глава 7 БІОСФЕРА

7.1. Загальні відомості

Термін «біосфера» (від грец. *bios* — життя і *sphaîra* — сфера) вперше був використаний у науковій літературі в 1875 р. австрійським геологом Е.

Зюссом. Він висунув оригінальну ідею про концентричні оболонки, які огортають земну кулю — літосферу, гідросферу, атмосферу і біосферу. Але поняття про біосферу як про середовище життя Е. Зюсс не розвинув. Заслуга створення фундаментального вчення про біосферу належить видатному українському вченому, засновнику Академії наук України, академікові В. І. Вернадському. Основи цього вчення, що викладені В. І. Вернадським в 1926 р. в книзі «Біосфера» і розроблювались ним до кінця свого життя, зберігають своє значення і нині.

Біосфера — оболонка Землі, склад, структура і енергетика якої визначаються сукупною життєдіяльністю всіх живих істот: сучасних і минулих. Вона охоплює частину атмосфери до висоти озонового шару (20—25 км), верхні шари земної кори і всю гідросферу. Нижня межа опускається в середньому на 2—3 км на суші і на 1—2 км нижче дна океану. Таким чином, границі біосфери практично збігаються з межами географічної оболонки.

В. І. Вернадський розглядав біосферу як область життя, основа якої — взаємодія живої і косної (неживої) речовини. Він писав: «Живі організми є функцією біосфери і тісно матеріально й енергетичне з нею пов'язані, є величезною геологічною силою, її визначальною... Вони пов'язані з навколишнім середовищем біогенним током атомів: своїм диханням, живленням і розмноженням».

Найбільш істотна особливість біосфери — це біогенна міграція атомів хімічних елементів, зумовлена променевою енергією Сонця, процесами фотосинтезу і органічного розкладу.

Згідно з сучасним уявленням біосфера — це своєрідна оболонка Землі, що містить всю сукупність живих організмів і ту частину речовин планети, яка перебуває в безпосередньому обміні з цими організмами. Основними компонентами біосфери є: 1) біомаса живих рослин, здатних шляхом фотосинтезу фіксувати й перетворювати сонячну енергію в потенційну енергію і зберігати її у вигляді органічних сполук; 2) біомаса тварин і мікроорганізмів, що проживають на поверхні землі і в верхніх шарах земної кори; 3) біогенна речовина — маса речовин, створена і перероблена організмами в минулому (наприклад, ґрунти, кам'яне і буре вугілля, крейдяні відклади і т. д.); 4) біокосна речовина, яка створена одночасно і живими організмами і процесами косної (неживої) матерії — такими є вся природна вода, тропосфера, кора вивітрювання; 5) радіоактивні елементи, що надходять із внутрішніх сфер Землі; 6) потік сонячної енергії і речовини, що надходять на Землю з космосу.

Біосфера перебуває в постійному розвитку, вона пройшла шлях від безжиттєвого геологічного розвитку Землі через низку все складніших організмів до появи в ній людини (табл. 6) — вінця творіння природи. Формування різноманітних форм життя на Землі є, без сумніву, одним з найбільших її чудес, непізнаною загадкою природи, що робить нашу планету унікальною серед інших небесних тіл.

Біосфера є не тільки оболонкою, в якій зародилося і розвинулося життя у всій різноманітності її форм. Жива речовина за час свого існування глибоко змінила первинну природу планети. Життя ніби саме пристосовувало середовище і оптимізувало її умови. Глибоких змін зазнали гідросфера і літосфера. З появою рослин на поверхні планети почалося помітне зменшення

в атмосфері вмісту вуглекислоти і почала зростати концентрація кисню. В стратосфері виник озоновий екран, який захищає живі істоти від згубної дії ультрафіолетового випромінювання, творилися величезні осади вапняків і доломітів. Відновне середовище в літосфері і гідросфері змінилося окисним. Відповідно трансформувалися умови міграції і осідання сполук заліза, марганцю, сірки, азоту. Без перебільшення можна сказати, що по суті вся географічна оболонка виявилася нині значно переробленою організмами.

Таким чином, чиста вода, кисень в атмосфері, родючість ґрунтів є результат тривалої взаємодії сотень тисяч видів рослин, тварин і мікроорганізмів, які становлять різні екосистеми Землі. До цього варто додати, що люди значною мірою використовують природні ресурси, створені організмами в минулі епохи і запаси яких не безмежні. Тому підтримування стійкості екосистем і якісного стану навколишнього середовища, яке залежить від збереження біологічної різноманітності і рівноваги біосфери, має надзвичайно велике значення для життя майбутніх поколінь.

7.2. Виникнення і еволюція біосфери

Виникнення життя і біосфери є величезною нерозв'язаною проблемою сучасного природознавства. Нині існують з цього приводу різні гіпотези, але їхню суть можна звести до двох основних точок зору - гіпотези панспермії і гіпотези земного походження життя.

Згідно з гіпотезою панспермії, життя виникло поза Землею і на неї занесено ззовні. Але прихильники цієї гіпотези ухиляються від відповіді на запитання, як виникла жива речовина, і стоять на позиціях агностицизму, тобто непізнання складних явищ природи. Імовірність занесення органічної речовини на планету не слід беззастережно відкидати. Адже на метеоритах іноді знаходять сліди органічної речовини. Невідомо лише, чи належала вона небесним тілам ще у космосі, чи потрапила на них уже на Землі. Багато вчених схиляється до думки, що знайдені на метеоритах амінокислоти утворилися внаслідок хімічної еволюції речовин, які передують виникненню життя. Варто зазначити, що амінокислоти є органічними сполуками, які входять до складу всіх білкових речовин тваринних і рослинних організмів. Вважають, що вуглеводні сполуки були занесені на Землю кометами.

Більшість учених схиляється все ж до гіпотез про земне походження життя. Воно виникло з неорганічної матерії на певному етапі її еволюції. Сталося це давні геологічні епохи (приблизно 2—3 млрд. років тому), коли атмосфера була насичена воднем, метаном, аміаком. Під впливом діяльності вулканів, електричних атмосферних розрядів (блискавок) та інших специфічних природних явищ могли синтезуватись первинні хімічні сполуки, аж до аміно- і нуклеїнових кислот. Пізніше з них утворилися найпростіші білкові речовини.

Найкращі умови для виникнення життя на нашій планеті були в океанах, особливо на його мілководдях, де смикаються між собою три стихії: літосфера, гідросфера і атмосфера. Вода, як і повітря, захищала первісні примітивні організми від космічного випромінювання. Перші організми Землі не збереглися у викопному стані, але вважають, що вони нагадували собою сучасні ультра мікроби, позбавлені оболонки. Ці організми розмножувалися діленням, в них не було клітинного ядра.

Поява перших багатоклітинних організмів була пов'язана з поступовим збільшенням в атмосфері і гідросфері кисню. В рослинному царстві панували синьо-зелені водорості. Тваринний світ характеризувався низьким рівнем розвитку і бідністю видів. Найчисленнішою була група бактерій. Вони брали активну участь у процесах розкладу, окислення й акумуляції неорганічних сполук.

У кінці протерозою з'явилися форамініфери, радіо, радіолярії, кремнієві губки, кишковопорожнинні, черви і дрібні членистоногі. Всі вони не мали твердого скелета, і тому дуже рідко зустрічаються у викопному стані.

На початку фанерозою (близько 600 млн. років тому) відбувається важлива зміна в складі морської фауни. Багато організмів набуває твердої частини тіла — скелета. Великого поширення набули молюски. У них уже є нервова і травна система, органи чуття, серце, органи кровообігу. Більшість представників цього типу має вапнякові черепашки. Дуже своєрідною групою були трилобіти. Ці найдавніші членистоногі організми жили на морському дні, а деякі навіть вільно плавали. Плоске тіло тварин було вкрите твердим хітиновим панцирем.

В силурійському періоді велика кількість живої речовини планети виходить з океанічного середовища на сушу. Відбувається масове переселення багатоклітинних організмів (спочатку рослин, а пізніше тварин) на поверхню материків. Особливо сприятливі умови первісні сухопутні організми знаходили на вологих територіях низьких широт, з підвищеною температурою і вологістю. Посушливі і напівпосушливі області були заселені пізніше.

В кінці силурійського періоду відбулося поступове відмирання примітивних форм. Вони звільнили життєвий простір більш досконалим формам, які і визначили подальший розвиток органічного світу. Тварини і рослини по долинах рік поширилися далеко в глибину континентів.

На початку девонського періоду, приблизно 400—380 млн. років тому, серед рослинності переважали вологолюбні види, які росли на заболочених узбережжях. Пізніше їм на зміну прийшли плавунові, хвоцеві, папоротеві і голонасінні рослини. На суші в цей час уже жили скорпіони, багатоніжки і комахи. В кінці девонського періоду з'явилися хребетні. Це були земноводні. Серед морської фауни домінували риби. Значно розвинулися також молюски і корали. Вони разом з моховатками і кораловими поліпами створювали величезні рифові масиви, які збереглися донині на мілководдях океанічного дна у вигляді підводних бар'єрів і численних коралових островів.

Протягом кам'яновугільного періоду (350—285 млн. років тому) різко збільшилася кількість дерев'янистих форм. В лісових ландшафтах значно розвинулися чагарникові і ліаноподібні. В екваторіальних і тропічних областях росли вічнозелені ліси. Вони склалися з деревоподібних плаунових, хвощових і величезних деревоподібних папоротевих. В помірних широтах росли кордаїти, які досягали 30-метрової висоти і мали лінійно витягнуте листя. Із тварин дуже розвинулися земноводні, які за зовнішнім виглядом нагадували сучасних гігантських ящерів.

В пермському періоді (285—230 млн. років тому) на зміну споровим і примітивним голонасінним прийшли більш високоорганізовані голонасінні — цикадові, гінгкові і хвойні. Із тварин сильно розвинулися плазуни. Серед морських безхребетних великого поширення набули представники

форамініфер і головоногі молюски.

В тріасовому періоді (230—195 млн. років тому) продовжувався розвиток цикадових і гінгкових. В наземній фауні основна роль належала плазунам, але в їхньому складі відбувалися помітні зміни. На зміну котилозаврам і звіроподібним плазунам прийшли динозаври. Серед морських тварин розквіту досягли головоногі молюски.

Дуже своєрідним був органічний світ юрського періоду (195—137 млн. років тому). Це був час панування голонасінних. Величезні простори займали хвойні, гінгкові, беннетитові і цикадофітові ліси. В фауні переважали плазуни, птахи, риби; з'явилися дрібні ссавці. Серед тварин цього часу особливо привертають до себе увагу динозаври через свої гігантські розміри. Довжина деяких з них досягала 20—25 м. а маса — 30—50 т.

Протягом, крейдового періоду (137—65 млн. років .тому) розвиток організмів і розселення їх дуже залежали від природних умов. Відбувалася їхня диференціація на поверхні Землі залежно від екологічних умов. З'явилися представники вищої фауни — квіткові рослини, які згодом зайняли провідну роль в різних ландшафтах. За загадкових обставин вимерли динозаври. Одна група вчених вважає, що динозаврів витіснили більш організовані ссавці. Інша шукає причини в зміні кліматичних і космічних умов. Проте найімовірніше цілий ряд причин зумовив загибель динозаврів. Найімовірнішими серед них є посилення впливу космічної радіації, зменшення кількості кисню в атмосфері і особливо загальне похолодання клімату, що настало в цей час.

В останню еру історії Землі (кайнозойську) органічний світ за 70 млн. років набув сучасних рис. Провідну роль серед рослин зайняли покритонасінні, виникли форми, близькі до сучасних. Величезні зміни відбулися в складі тварин. З'явилися хоботні, хижаки, примати, копитні, гризуни та ін. Залежно від ландшафтно-кліматичних умов переважала та чи інша група ссавців. Найбільш знаменною подією цього періоду стала поява в біосфері людини. Сталося це приблизно 1—2 млн. років тому.

В кайнозої настає ускладнення географічної зональності і її диференціація, що не має аналогів у минулому. В палеогені виникають зони пустель і напівпустель, у неогені-зони степів і лісостепів, у другій половині плейстоцену — зони тайги і тундри, наймолодші ландшафтні зони Землі. Початок плейстоцену ознаменувався зледенінням у полярних і помірних широтах.

Таким чином, біосфера, як і географічна оболонка Землі, перебуває у постійному розвитку. Пізнання історії її розвитку дозволяє зрозуміти і пояснити сучасні зональні і регіональні особливості розподілу рослинного і тваринного світу, відтворити шляхи їх еволюції та географічного поширення на поверхні планети.

7.3. Жива речовина

Поняття про живу речовину було детально розроблено В. І. Вернадським (1926, 1934, 1940). Під живою речовиною розуміють сукупність маси всіх організмів, які населяють планету на даний момент. Вся жива речовина займає мізерну частку порівняно з будь-якою з зовнішніх оболонок земної кулі. Згідно з сучасними підрахунками, загальна маса живої речовини в нинішню

епоху становить 2420 млрд. т. Але в якісному відношенні жива речовина є найбільш високоорганізованою частиною матерії Землі. Живі організми надзвичайно активні і є носіями величезної енергії. В боротьбі за своє існування організми здійснюють величезну роботу, визначаючи цим напрям геохімічних процесів і надаючи індивідуальних властивостей ландшафтам.

За 2,5—3 млрд. років життєдіяльність живої речовини докорінно змінила лице планети. Більша частина вуглецю атмосфери перейшла в гумусові горизонти сучасних і давніх ґрунтів, в товщі осадових порід і в різні форми паливних копалин, а також у відклади карбонатів кальцію і магнію. На противагу цьому низька концентрація кисню, властива атмосфері на ранніх стадіях існування Землі, змінилася під впливом фотосинтезу. Внаслідок цього атмосфера стала киснево-азотною. На великих висотах утворився шар озону, який захищає організми від згубної дії ультрафіолетового випромінювання, що надходить з космосу.

Тривалий геологічний вплив живої речовини (мікроорганізмів, рослин, тварин, комах) випромінювання на гірські породи за сотні мільйонів років створили величезні маси органогенного дрібнозему, товщі осадових порід, ґрунтовий покрив.

Населення біосфери у видовому і морфологічному відношенні дуже різноманітне. На Землі нині нараховується близько 2 млн. видів організмів (табл. 7).

Таблиця 7. Приблизне число видів основних типів рослин і тварин

Рослини			
Всього	500 000	Всього	1 500 000
У тому числі нижчі:		У тому числі:	
Водорості	25000	Найпростіші	
Бактерії і гриби	100000	Губки	
Лишайники вищі:	18000	Кишквопорожнинні	
Молюски		Черви	
Мохоподібні (без комах)	20 000	Членистоногі	
Плавунові	800	Комахи	1 000000
Хвощові	300	Хордові (у тому числі хребетні)	50000
Папоротеві	6000	.3 них:	
Голонасінні	600	Птахи	10 000
Покритонасінні	200 000	Ссавці	6000

Найпоширенішими, в біосфері є бактерії. Вони зустрічаються в географічній оболонці практично скрізь, але особливо їх багато в ґрунтах. В 1 г ґрунту їх нараховується сотні мільйонів, а в чорноземах кількість може досягати кількох мільярдів, У водоймах найбільша кількість бактерій міститься в поверхневих шарах, особливо поблизу від берега, де вода більш забруднена і багата поживними речовинами.

Серед рослин більше половини видів становлять квіткові (покритонасінні), які виникли в порівняно недавньому геологічному минулому на поверхні континентів. Органічний світ суші у видовому відношенні більш

різноманітний, ніж органічний світ водного середовища. Так число видів сухопутних тварин становить 93 %, а водних тільки 3 %. Майже аналогічне співвідношення склалося і серед рослин: 92 % припадає на наземні види флори і 8 % на водні. Наведені дані свідчать, що можливості для видоутворення на суші більш сприятливі, ніж у воді.

Рослинність тісно пов'язана з умовами середовища і залежить від нього. Ця залежність полягає в тому, що для розвитку рослин потрібні відповідні кліматичні умови і перш за все певна кількість тепла і вологи. Залежність рослинного світу від середовища виявляється в існуванні на суші різних фітоценозів— сукупності рослин, які населяють певну ділянку, що характеризується більш-менш однорідними умовами існування.

За відношенням до умов зволоженості середовища розрізняють кілька груп рослин з характерними для них особливостями. Наприклад, *гідрофіти* — це рослини, які поселяються в надмірно зволжених місцях, мають здебільшого поверхневу кореневу систему. Інша група, *мезофіти*, поселяється в місцях із середньою зволоженістю. Ще менш вибагливі до вологи *ксерофіти* — рослини сухих теренів. Вони побудовані так, що, маючи глибоке або дуже розгалужене коріння, витягують достатню кількість вологи з ґрунту. Цікавою групою є *сукуленти* — рослини пустельних областей, які накопичують запаси води в листі, стеблах або підземних органах. *Ефемерами* називають рослини, які мають дуже короткий період вегетації, вони ніби поспішають закінчити свій життєвий цикл за час, поки є волога.

Тварини теж залежать від середовища, тільки, на відміну від рослин, можуть значною мірою вибирати собі умови проживання. Ця здатність розширює їхні можливості до адаптації. Хоч границі ареалів проживання тварин не так чітко виражені в природі, як рослин, все ж вони обмежені певними територіями. Разом з навколишнім середовищем рослини і тварини утворюють різні за видовим складом біогеоценози.

7.4. Біологічний кругообіг речовин

Під *біологічним кругообігом речовин*, розуміють надходження речовин і хімічних елементів з ґрунту і атмосфери в живі організми, утворення в цих тілах нових складних сполук і їх повернення з живого організму в ґрунт і атмосферу. Біологічний кругообіг речовин, перш за все азоту і зольних елементів живлення рослин (фосфор, калій, кальцій, магній, вуглець, водень, деякі мікроелементи),— складний процес взаємозв'язку і взаємодії живих організмів як між собою, так і з навколишнім середовищем. Він складається з циклів різної тривалості, які по-різному впливають на навколишню природу. Розрізняють сезонні, річні, багаторічні і вікові цикли біологічного кругообігу. Найбільше значення мають річні цикли кругообігу, які охоплюють споживання елементів живлення окремими рослинами або їх формаціями, а також повернення речовин в навколишнє середовище протягом року.

Найголовнішим джерелом енергії біологічного кругообігу є сонячна енергія. Завдяки сонячному випромінюванню в біосфері здійснюється один з найграндіозніших процесів — фотосинтез. Рослини поглинають енергію сонячного світла, за її допомогою засвоюють в своєму листі вуглекислоту і воду, розкладаючи їх на прості хімічні елементи. При цьому вуглець і водень рослини використовують на побудову своїх органічних тіл, а кисень

виділяється ними головним чином в атмосферу. За участю кисню відбувається один з найважливіших життєвих процесів— дихання. Не менше значення має й інший процес, в якому також бере участь кисень— тління і гниття рослин і тварин. При цьому складні органічні сполуки перетворюються в більш прості (вуглекислий газ, воду, азот та ін.). Так завершується біологічний кругообіг речовин. Елементи, які вивільнилися в процесі кругообігу речовин, служать вихідним матеріалом для наступного циклу кругообігу.

Утворення органічної речовини визначається головним чином природними особливостями територій. Максимум нагромадження органічних речовин спостерігається в лісових біоценозах (табл. 8). У вологих тропічних лісах ця величина досягає 5000 ц/га і більше. Значно менша біомаса широколистяних і особливо хвойних лісів бореального поясу (1000— 3300 ц/га). Ще меншу біомасу мають трав'яні угруповання. Так, лучні степи дають у середньому біомасу 250 ц/га, а сухі степи— всього 100 ц/га.

Привертає до себе увагу відсутність прямої залежності між біомасою (загальною кількістю живої органічної речовини в наземній і підземній сферах, рослинних угруповань) і спадом, тобто кількістю щорічно відмираючої органічної речовини на одиницю площі. Так, в уже згадуваних лучних степах щорічний опад більш як у два рази більший опад широколистяних лісів, хоч біомаса перших в 16 разів менша біомаси широколистяних лісів. Ця невідповідність пояснюється тим, що під травами в складі опадів значну роль відіграють корені.

Але не вся відмираюча органічна речовина зазнає перетворення, частина його нагромаджується на поверхні ґрунту у вигляді підстилки або трав'яної повісті. Найбільше нагромадження надземної органічної речовини спостерігається в чагарникових тундрах. Накопичення підстилки свідчить про низький рівень процесів розкладу органічної речовини, тобто про послаблення вивільнення енергії. В степах, саванах, і вологих тропічних лісах, навпаки, весь опад дуже швидко мінералізується. Таким чином, за відношенням підстилки до опадів зеленої частини можна судити про інтенсивність розкладу органічної речовини.

Таблиця 8. Показники біологічної продуктивності основних типів:

Разом з кругообігом органічної речовини в процесі життєдіяльності рослинних організмів відбувається кругообіг хімічних елементів, вибірково захоплених рослинами з атмосфери, гідросфери і літосфери. Накопичення і динаміка азоту і зольних елементів у біологічному кругообігу визначається продуктивністю рослинних угруповань, процентним вмістом і хімічним складом золи рослин, які становлять біоценоз.

Найбільша кількість азоту і зольних елементів міститься в рослинності вологих тропічних лісів (понад 10000 кг/га), значний вміст хімічних елементів у широколистяних лісах помірного поясу (5800 кг/га). У біомасі трав'янистої рослинності порівняно з деревною вміст азоту і зольних елементів знижується, але не пропорційно зміні кількості біомаси, оскільки, накопичуючи меншу біомасу, трав'яниста рослинність має більш високу зольність, ніж лісова рослинність. Тому в степовій зоні в ґрунт щорічно поступає хімічних елементів у 5 разів більше порівняно з ялинниками південної тайги і в 2,5 рази більше, ніж у дібровах.

Узагальнюючи найважливіші риси біологічного кругообігу, можна

відмітити, що в географічному аспекті від тундри до тайги, широколистяних лісів і степів відбувається збільшення величини річного приросту рослин, а також збільшення інтенсивності біологічного кругообігу. Одночасно має місце зміна типу хімізму біологічного кругообігу від азотного через азотно-кальцієвий до азотно-кремнієвого. В пустелях річна продукція органічної речовини різко знижується. В їхньому, біологічному циклі разом з азотом істотну роль відіграють такі елементи, як хлор і натрій.

У поясі вологих субтропіків і тропіків річний приріст, ємність біологічного кругообігу зростають до максимальних величин. Біологічний кругообіг характеризується високою інтенсивністю, переважанням азотно-кремнієвого типу хімізму з участю алюмінію, заліза, марганцю. Кремнієві типи хімізму надзвичайно поширені в екваторіальному поясі. Вони характерні для тропічних лісів, саван, рідколісь, трав'янисто-дерев'янистих формацій тугайного типу. В помірному поясі вони властиві внутрішньоконтинентальним степовим областям.

Отже, відповідно до зростання впливу сонячної енергії на поверхню Землі від північних широт до південних відбувається збільшення біологічної продуктивності, інтенсивності і різноманітності типів хімізму біологічного кругообігу елементів.

7.5. Вуглець у біосфері

Надзвичайно велика, роль у біосфері належить вуглецю і його сполукам. Саме вони є основою життєдіяльності автотрофних організмів, які володіють унікальною здатністю накопичувати і перетворювати сонячну енергію органічних речовин, що дозволяє фіксувати азот і забезпечувати ріст, живлення, відновлення біомаси рослин, тварин і мікроорганізмів.

Нині основна маса вуглецю (99,06 %) зосереджена в карбонатних породах і органічній речовині, розсіяній в осадових породах. Вуглець каустобіолітів (паливних корисних копалин: вугілля, нафти, газу, сланців) становить близько 0,18%. На карбонатну систему Світового океану, тобто вуглець, який входить у склад розчинених у морській воді CO_2 , CaCO_3 і NaCO_3 , припадає 0,66 %. Частка активного вуглецю, тобто тієї його частини, яка бере участь у кругообігу, і становить лише 0,0026% його загальної маси, а в склад органічної речовини входить лише 0,0007 %.

Хоч частка активного вуглецю є дуже малою, роль його в енергетичному балансі географічної оболонки величезна, оскільки він є тим діяльним каналом, через який постійно поступає завдяки фотосинтезу потік сонячної енергії. В процесі розкладу цієї речовини сонячна енергія, затрачена на його синтез, переходить в географічну оболонку у формі тепла, а молекули вуглекислоти, що звільнюються при цьому, знову поступають в енергетичні цикли. Практично безмежна можливість повторення такого процесу перетворює органічну речовину в потужний, безперервно діючий фактор розвитку компонентів географічної оболонки, проявляючись у процесах вивітрювання, утворенні складних хімічних сполук, що посилюють водну міграцію елементів, і т.д.

Одночасно з цим процесом внаслідок фотосинтезу виробляється кисень, а вуглекислота, що виділяється в процесі дихання, бродіння і гниття, також поглинається під час фотосинтезу. Основна ж частина вуглецю переходить в

законсервований стан у вигляді живої біомаси, органічної речовини, паливних корисних копалин, перетворюється в гумус ґрунтів.

Вміст вуглецю в атмосфері у минулі геологічні епохи був істотно вищим. Саме цим пояснюється нагромадження -в осадових товщах земної кори потужних мас доломітів, вапняків, карбонатів. Із розвитком життя і включенням кальцію в склад живої речовини прискорювався і посилювався кругообіг вуглецю. Наростали процеси утворення карбонатів і їхньої геохімічної міграції в просторі. Після виникнення фотосинтезу і розвитку флори і фауни в океані, прибережних мілководдях а пізніше і на суші, стало можливим утворення і захоронення в літосфері органічних речовин у вигляді відкладів кам'яного вугілля, сланців, нафти, газу, сапропелю, торфу, асфальту. Спільний вплив процесів фотосинтезу, вуглекислого вивітрювання й утворення похованих мас карбонатів і органічної речовини на планеті посилювався кілька разів в періоди оживання вулканізму, що супроводжувалося періодичним збільшенням вмісту вуглекислоти в атмосфері.

Аналіз розподілу карбонатних відкладів у земній корі допомагає не тільки відтворити минулу екологічну обстановку, в якій відбувалося утворення тих чи. Інших осадових товщ, але й дозволяє пояснити певні сучасні особливості географічного поширення і розподілу вуглецю на поверхні планети. Так, встановлено, що вміст гумусу (найбільш родюча частина

Ці закономірності пояснюються особливістю надходження рослинних решток, які служать вихідним матеріалом вуглецевих сполук для утворення гумусу. В лісових ґрунтах головним джерелом гумусових речовин служить підстилка, яка залягає на поверхні землі, а в ґрунтах, під трав'янистою рослинністю — кореневі залишки трав'янистої рослинності, маса якої в декілька разів перевищує масу надземних органів і при цьому густо пронизує ґрунтову товщу. Тому гумусові речовини акумулюються в першому випадку переважно у поверхневих шарах ґрунту, а в другому — поширюються на значну глибину.

7.6. Ґрунти і їх роль у біосфері

Ґрунтом називають тонкий поверхневий пухкий земної кори, що утворився внаслідок тривалої взаємодії рослинності, тварин, мікроорганізмів, гірських порід, сонячного тепла і води. Засновником наукового ґрунтознавства є видатний російський учений - В. Докучаєв (1846—1903), який вперше дав визначення терміна «ґрунт», охарактеризував його основні ознаки і властивості, розкрив суть процесу ґрунтоутворення, сформулював закони широтної і вертикальної зональності ґрунтового покриву. В ґрунтах здійснюється складний обмін речовин між гірськими породами і рослинами, встановлюються тісні екологічні зв'язки живих організмів з літосферою, гідросферою і атмосферою. Через ґрунти проходять найбільш значні потоки багатьох елементів у біосфері; вуглецю, кисню, азоту, фосфору, магнію, сірки і ін. Важливе значення ґрунтів полягає в акумуляції органічної речовини, різних життєво необхідних елементів, а також енергії.

На думку відомого російського вченого в області, ґрунтознавства В. А. Ковди (1989), ґрунтовий покрив є своєрідним «екраном життя» на нашій планеті, подібним до озонового екрану. Озоновий шар захищає життя на Землі від космічного випромінювання. Ґрунти ж забезпечують саме існування

автотрофної рослинності і разом з лею підтримують умови для функціонування біосфери, численного світу гетеротрофних організмів різного рівня розвитку.

Багато вчених вважають, що ґрунтовий покрив і гумусова оболонка суші, мілководь і шельфу є загально планетарним утвором — *педосферою* (від грецького, що означає ґрунт), подібною до літосфери, гідросфери і атмосфери, з якими жива речовина . утворює біосферу планети. Педосфера є загально земною розвитку, самоуправління і створення умов для відновлення живої речовини. Враховуючи це, розглянемо деякі особливості будови ґрунтів і їхнє значення в біосфері.

Добре розвинений або зрілий ґрунт має характерний профіль. В ньому простежується зверху до низу три-чотири основних горизонти, які позначаються індексами (буквами). Ці горизонти відрізняються за кольором, вологістю, структурою, щільністю, складом і потужністю. Горизонт Н — гумусовий — є верхнім шаром ґрунту. Він містить найбільше органічних речовин і продуктів їхнього розкладу, які і надають даному горизонтові чорного або темно-сірого забарвлення. Середній горизонт у чорноземних, каштанових,

Головні фактори, які впливають на формування ґрунтів, - це клімат, рослинність і ґрунтові організми, рельєф, материнські породи і час. Внаслідок їхньої сукупної дії сформувалися такі основні типи ґрунтів на землі (рис. 22).

Клімат як фактор ґрунтоутворення визначає не тільки тин вивітрювання гірських порід, але й тил рослинності, яка бере участь у формуванні ґрунту. З кліматом пов'язана фільтрація води через ґрунтову товщу, вилуговування розчинних речовин і перевідкладення мінеральних солей. У районах з гумідним кліматом ґрунти, як правило, вилуговані сильніше, ніж в аридних і напіваридних областях. Внаслідок панування промивного водного режиму ґрунтів (який встановлюється при переважанні опадів над випаровуванням) з них вимиваються карбонати й інші

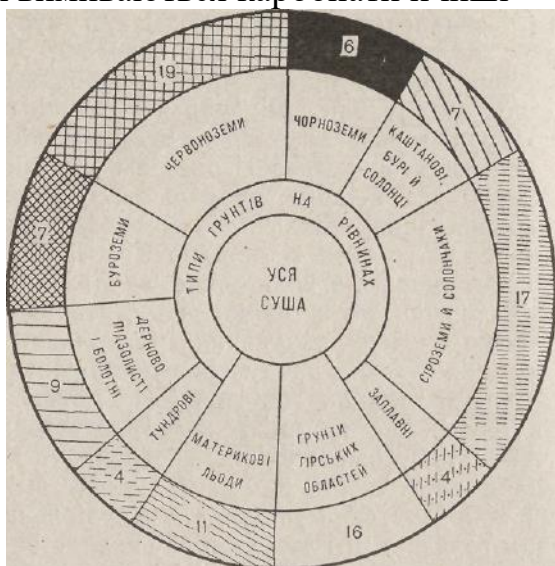


Рис. 22. Співвідношення площ основних типів ґрунтів світу, %.

токсичних для рослин іонів водню і алюмінію сприяють в гумідних областях специфічні органічні кислоти, що утворюються внаслідок розкладу рослинних решток, збагачених смолами, восками і дубильними речовинами. Таким є, зокрема, хвойний опад.

В областях із випітним водним режимом, тобто де величина

випаровування вологи в атмосферу більша величина інфільтрації, в ґрунтах відкладаються карбонати, а якщо ґрунтові води мінералізовані — то і солі. Це в ряді випадків призводить до засолення ґрунтів, що різко знижує їхню продуктивність. Високі температури прискорюють хімічні реакції, що протікають у ґрунтах.

Рослинність і ґрунтові організми теж мають дуже велике значення як один із факторів ґрунтоутворення. Вони служать вихідним матеріалом для утворення гумусу — специфічної і особливо цінної для можливості відтворення рослин частини ґрунту. Чим більше ґрунт містить гумусу, тим він, як правило, родючіший. Важливою ознакою потенціальної продуктивності ґрунтів є також потужність їх гумусових горизонтів. У цьому плані чорноземи України і Північного Кавказу не мають собі рівних на всій земній кулі.

Вплив материнських порід як фактора на розвиток ґрунтів найкраще помітний на ранніх стадіях ґрунтоутворення. Дослідження вчених-аграрників показали, що найцінніші для землеробства чорноземи, сірі лісові і каштанові ґрунти сформувалися на лесах і лесовидних суглинках. Леси (палевого кольору четвертинні відклади, карбонатні, дрібнопористі) містять підвищений вміст крупного пилу. На льодовикових і водно-льодовикових відкладах, які дуже поширені на території центральної і північної частини Східноєвропейської рівнини, розвинулися менш родючі ґрунти.

Процес ґрунтоутворення перебігає в часі. Кожен новий цикл ґрунтоутворення (сезонний, річний, багаторічний) вносить певні зміни в перетворення органічних і мінеральних речовин у ґрунтовому профілі. Тому фактор часу має величезне значення у формуванні і розвитку ґрунтів. Ґрунти минулих епох багаторазово, перекривалися новими геологічними нашаруваннями або руйнувалися в процесі гороутворення, виливів магми, зледеніння, трансгресії, денудації, ерозії і т. ін. Давні ґрунти, продукти їх руйнування (дрібнозем, розчини, органічна речовина) брали активну участь у формуванні опадових відкладів, впливали хімічний склад атмосфери і гідросфери. Осадкові відклади планети несуть на собі яскраві ознаки давньоґрунтоутворювальних процесів. Серед них найкраще збереглися глини, сланці, боксити, соленосні континентальні відклади, каолініти, розсіяна органічна речовина тощо.

Нині родючість ґрунтів залежить не тільки від їх природних даних, але й від прийомів господарювання, в тому числі й від застосування добрив і дотримання протиерозійних заходів. Дуже потрібні рослинам, наприклад, азот, фосфор і калій, які вносяться з добривами. Крім того, кислі ґрунти (підзолисті, дерново-підзолисті, бурі лісові Карпат) добре реагують на внесення кальцію у вигляді гашеного вапняку. Солонці і солонцюваті ґрунти потребують глибокого розпушування і внесення гіпсу. Деяким сільськогосподарським культурам потрібні мікроелементи, так, як манган, цинк, мідь, кобальт, молібден, бор і сірка. Отже, знання особливостей будови, властивостей ґрунтів дозволяє намітити певну систему заходів з раціонального й ефективного використання.

Родючість ґрунтів є однією з найголовніших функцій, яка забезпечує життя людства, оскільки дає йому всю масу продуктів харчування і значну частину органічно, сировини для багатьох галузей промислового виробництва. Але ґрунтовий покрив здійснює, ряд інших важливих функцій у біосфері, що

свідчить про його незамінність. Адже через ґрунти, як через тонесеньку поверхневу глобальну біокосну мембрану, проходять процеси обміну речовиною і енергією між літо-, атмо- і гідросферою, а також з усіма організмами, що проживають на Землі.

Подаємо опис біосферно-екологічних функцій ґрунтів, які вказують на їх специфічну роль у біосфері. Вперше ці функції були сформовані в доповіді В. А. Ковди на X Ювілейному Міжнародному конгресі ґрунтознавців у 1974 р. в Москві.

Біоекологічна функція ґрунтів полягає в тому що ґрунти є екологічною нішею, сховищем і областю концентрації живої речовини. Організми живуть на ґрунті, в його товщі. Біомаса наземних екосистем у сотні, разів перевищує біомасу морів і океанів, хоч площа суш, в три рази менша від площі Світового океану. Значно більша і видова різноманітність наземних рослинних і тваринних організмів порівняно з водним живим світом. Це свідчить про більш високу структурну організацію ґрунту як середовища життя.

Таким чином, ґрунтова оболонка є незамінним посередником і дуже важливою ланкою в різноманітних кругообігах, які наскрізь пронизують географічну оболонку. Якщо ця ланка буде зруйнована або знищена (наприклад, ерозією ґрунтів або іншими антропогенними впливами), то природне функціонування біосфери необоротно порушиться. Тому нині, коли землі повсюдно інтенсивно використовуються для цілей землеробства та інших господарських потреб, особливо актуальним є збереження ґрунтів - важливої загально планетарної умови існування і відновлення живої речовини і життя на Землі.

7.7. Ноосфера — сфера розуму

Поступова еволюція організмів у межах живої оболонки Землі призводить до зміни якісного стану біосфери. Її нинішня вища стадія розвитку одержала назву ноосфери. Ця нова оболонка є найбільш складною планетною системою, в ній вперше людське суспільство сягає вирішальною і найбільшою геологічною силою, яка за обсягами здійснюваної роботи перевищує масштаби впливу природних фізико-географічних процесів. При цьому людське суспільство починає виявляти визначальний вплив на хід всіх процесів у біосфері, глибоко змінюючи її своєю працею.

Для ноосфери характерна нова вища форма руху матерії — суспільна діяльність людей. В ноосфері на відміну від біосфери відбувається величезне прискорення розвитку: в ХХ ст. буквально на очах змінюється природа окремих регіонів, все більш реальними стають глобальні екологічні проблеми планети внаслідок не завжди продуманої господарської діяльності людей. В зв'язку з цим виникає необхідність свідомого і цілеспрямованого управління біосферою.

Неминучість еволюційного перетворення біосфери в ноосферу, як і необхідність свідомої діяльності людей – важливі аспекти вчення В. І. Вернадського про унікальну оболонку життя на Землі, керовану колективним розумом людства.

Для ноосфери характерна низка специфічних ознак, а саме:

1. Зростання кількості видобутку корисних копалин із надр літосфери.

Зараз їх загальний об'єм в декілька разів перевищує масу матеріалу, який виносять води всіх рік в океан.

2. Масове споживання біогенних речовин в енергетичних цілях. У зв'язку з цим в атмосфері поступово збільшується вміст вуглекислого газу. Цьому процесу сприяє і скорочення площ лісів — легенів планети і природних «фабрик» кисню.

3. Відбувається інтенсивна трансформація і розсіювання енергії Землі, а не її акумуляція, що було характерним для біосфери.

4. Створюють в масовій кількості нові речовини, в тому числі шкідливі, стійкі проти розкладу, збагачені металами. Відбувається забруднення біосфери.

5. Для ноосфери характерна поява нових трансуранових хімічних елементів. Людство оволодіває ядерною енергією практично невичерпною за запасами. Одночасно постійно зростає кількість небезпечних для живих організмів радіоактивних відходів з дуже великими періодами на пів розкладу.

6. Ноосфера вводить за межі біосфери у зв'язку з освоєнням космосу. На порозі третього тисячоліття з'являється принципова можливість створення штучних біосфер на інших планетах і їх супутниках.

Нині питання раціонального природокористування і охорони навколишнього середовища висувуються на перший план в різних куточках Землі. Наша планета порівняно невелика за розмірами і збереження її природи можливе тільки за наявності доброї волі і спільних зусиль всіх країн, як великих так і малих. Проте протиріччя сучасного суспільства породжують можливість використання досягнень науки і техніки для розв'язання світових воєн. Тому постійна боротьба за мир і заборону ядерної, хімічної і бактеріологічної зброї є необхідними умовами самого існування людства — єдиних розумних істот ноосфери.

Не меншу загрозу для ноосфери Землі, ніж ядерна світова війна, представляє небезпека екологічної катастрофи на нашій планеті. Індустріальне виробництво, транспорт, зростаюче населення споживають біомасу, кисень, паливо органічного походження, використовують прісну воду, виділяючи одночасно величезні маси шкідливих газів, промислові відходи і токсичні речовини. Землеробство, лісне і водне господарство, які виробляють біомасу, частково споживають органічні механічні відходи, поглинають вуглекислоту. Потрібно забезпечити наукову організацію взаємодії між техногенними і біогенними областями діяльності людей на закономірностях, які склалися в біосфері і відкриті В. І. Вернадським.

Подолання небажаних наслідків господарської на нинішньому етапі — предмет вивчення багатьох природничих і суспільних наук. Доведено, що людство в змозі ліквідувати численні недоліки виробничого процесу і значно покращити побутові умови життя. Це один із найважливіших сучасних напрямів досліджень біосфери і ноосфери.

Глава 8

ВПЛИВ ЛЮДИНИ

НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

8.1. Демографічна проблема

Людина з'явилась на Землі близько 2 млн. років тому. І хоча це була знаменна подія в історії розвитку біосфери, досить тривалий час людина за характером і ступенем свого впливу на природу мало відрізнялася від тварини. Проте поступово в міру зростання чисельності населення і переходу його від кочового до осілого способу життя, розвитку землеробства, а згодом і промисловості масштаби впливу людей на навколишню природу ставали все помітнішими. Тому цікаво буде орієнтовно оцінити темпи зростання чисельності населення, бо переписи його стали проводитися порівняно недавно, до того ж не в усіх країнах. Допускають, що в стародавньому і середньому кам'яному віці, тобто з моменту виділення людини з тваринного світу і приблизно до шостого тисячоліття до нашої ери, чисельність населення Землі коливалася в межах 2—5 млн. чоловік. У новому кам'яному віці численність населення зросла до 20 млн. чоловік. В бронзовому віці (третє і друге тисячоліття до нашої ери) на Землі проживало 20—40 млн. чоловік, а в епоху античного рабовласництва (до 250 р. нашої ери) – 100-200 млн. чоловік. В епоху феодалізму (до 1500 р.) кількість населення зросла до 300-400 млн. В середині ХХУІІ ст. населення Землі досягло 500 млн. і проживало воно у все ще порівняно мало зміненому господарською діяльністю природному середовищі.

Тільки на початку ХІХ ст. численність населення досягла 1 млрд. чоловік, а на рубежі 20-х і 30-х років нинішнього століття — 2 млрд. (рис. 23). Одночасно почався тотальний наступ людства на навколишнє природне середовище з метою задоволення своїх все зростаючих потреб. В 1960 р. на планеті проживало 3 млрд., а вже в другій половині 70-х років— 4 млрд. чоловік. І нарешті, в 1989 р. чисельність населення Землі перевищила 5 млрд. Таким чином, зростання чисельності населення Землі за останні півтора століття виявилось безпрецедентним в історії людства. Високі темпи зростання з цим багато писалося, особливо в популярній пресі, про “демографічний вибух”, про прискорення і геометричну прогресію зростання численності населення планети, про небезпеку в недалекому майбутньому катастрофічної перенаселеності.

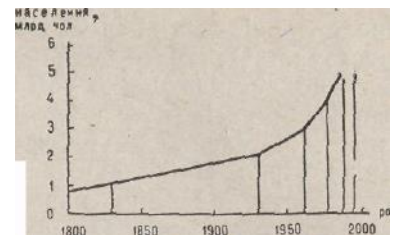


Рис. 23. Зростання населення Планети в ХІХ і ХХ ст.

Прогнозувати зараз зростання чисельності населення в ХХІ ст. вкрай важко, бо на цей процес будуть впливати численні нові соціальні моменти, які означатимуться на демографічних темпах. За розрахунками демографічної комісії ООН, чисельність населення планети досягне в середині ХХІ ст. близько 10 млрд., а в кінці століття—11 —12 млрд. чоловік. На цьому рівні можна чекати повної зупинки або лише незначного зростання чисельності населення. Проте деякі вчені передбачають і більш інтенсивне зростання. Однак в будь-якому випадку є серйозні підстави сумніватися в тому, що правильна геометрична прогресія в зростанні буде втримуватися й надалі. Населення на планеті розподіляється досить нерівномірно. Найбільш населений континент — Азія,

чисельність населення якого становить понад половину всього людства. Серед населення Азії дві третини — жителі Китаю й Індії. До найбільш багатолюдних країн належить також Мексика, Бразилія, Нігерія, Пакистан, Бангладеш, Індонезія. В цих країнах проживає понад півмільярда чоловік.

Значна частина суші мало придатна для розселення людей. Більша частина населення Землі в субтропічному і екваторіальному поясах. Фактично 2/3 населення Землі проживає на трохи більше як 1/13 частині суші. Середня густина населення на найпридатніших для життя землях становить 240 чоловік на 1 км², тоді як на решті земної поверхні — менше 1 людини на більш як 1 км². Середня густина населення світу в 1950 р. становила 18 чоловік на 1 км², в 1970 р.— 27, в 1980 р.— 32, а в 1993 р.— 37 чоловік. В країнах зарубіжної Азії особливо густо заселені райони інтенсивного поливного землеробства: долини рік Янцзи, Сіцзян, Хуанхе, Ганг, Брахмапутра, Меконг. Тут густина населення перевищує 1000 чоловік на 1 км², а в деяких районах о. Яви досягає 1500 чоловік. В Африці райони з високою густиною (понад 800 чоловік на 1 км²) — це долина ріки Нілу, прибережні райони Тунісу і Алжиру, де в основному проживає сільське населення. Майже незаселені величезні простори пустель і напівпустель. На значній частині зони вологих тропіків також надзвичайно мало населення. Слабо обжитими є важкодоступні гористі місцевості.

Нерівномірність у розподілі населення на різних континентах, природних регіонах і країнах зумовлює неоднаковий антропогенний тиск на навколишнє середовище. Оскільки зростання чисельності населення на Землі відбувається в геометричній прогресії, то і вплив людей на навколишнє середовище відповідно здійснюється все більш прискореними темпами. В цьому і полягає суть демографічної проблеми або перенаселеності деяких регіонів планети. Зв'язок антропогенного тиску з кількістю населення трансформується через соціально-економічні умови суспільства і особливості природного середовища.

Ось приклади, які ілюструють ці положення. Велика густина населення Європи, Японії призвела за тривалий час лише до часткового руйнування ландшафтів. В той же час при низькій густоті населення вічнозелені ліси Африки були перетворені у вторинні савани (тропічні ліси практично не відновлюються після вирубки), а напівпустельні пасовища—в пустелі. Отже, істотне значення має стійкість природного середовища до антропогенного впливу. Крім того, важливу роль відіграє характер антропогенного впливу. Варто нагадати, що соціальний і економічний розвиток Західної Європи і Японії відбувається переважно за рахунок імпорту ресурсів з інших регіонів світу, в тому числі з Африки.

Зростання чисельності населення само по собі, яким би швидким воно не було, не є прямою загрозою; навколишньому природному середовищу в цілому якщо воно не супроводжується негативними соціально-економічними факторами.

В кінці XVIII ст. англійський священик Мальтус виступив з реакційною теорією абсолютного перенаселення, згідно з якою чисельність населення нібито зростає в геометричній прогресії, а кількість засобів існування — в арифметичній. Спираючись на цей «закон», послідовники Мальтуса — мальтузіанці — до цих пір намагаються довести, що в бідності і злиднях,

народів повинні не соціальна і економічна несправедливість, а непохитні закони природи і самі бідняки, які розмножуються надто інтенсивно. Тому, на думку, Мальтузіанців, війни, епідемії, стихійні лиха є «благом», що регулює співвідношення між населенням і кількістю засобів існування. Звідси і сучасні ідеї про «нульовий ріст», про насильне стримування зростання чисельності населення країн, що розвиваються і т. д.

Дійсно наукова об'єктивна постановка проблеми-народонаселення не має нічого спільного з мальтузіанством. Наперекір твердженням Мальтуса співвідношення між виробництвом засобів існування і зростанням чисельності населення не носить надприродного абсолютного характеру. Так, в Європі за останнє тисячоліття середні щорічні темпи приросту чисельності населення збільшувалися з 0,09% до 0,64%, а темпи приросту сільськогосподарської продукції — з 0,12 % до 0,70 % (Ю. Г. Саушкін, 1958).

Разом з тим очевидно, що демографічна проблема не може бути вирішена без контролю над народжуваністю. До цього спонукають дві основні причини: 1) необхідність підвищення матеріального добробуту і безперервне підвищення культурного розвитку людей; 2) обмеженість життєвого простору і недостача продуктів харчування на Землі.

Над аналізом нинішнього стану демографічної проблеми і способами її розв'язання працюють учені багатьох країн світу. Заслужують на увагу в цьому плані висновки спеціалістів з народонаселення ООН, зроблені на основі досліджень в Індії. На їх думку, теперішнє неконтрольоване зростання чисельності населення Індії є реальною небезпекою погіршення добробуту людей, оскільки: 1) темпи нарощування виробництва продуктів харчування можуть відстати від темпів приросту населення; 2) число сімей, що живе за межею бідності, постійно зростатиме, а разом з цим буде погіршуватися здоров'я нації; 3) обмеженість площ сільськогосподарських земель для використання і зростання кількості безробітних призведе до ускладнення відносин між різними верствами суспільства і породить у ньому жорстокість;

4) погіршиться екологічна обстановка, будуть зникати ліси, що призведе до частіших повеней і посух.

На думку експертів ООН, першочергово в системі заходів, що здатні змінити таке становище в майбутньому, слід ліквідувати безграмотність і безробіття серед жінок і надати зайнятим на виробництві матерям пільги і права, які створювали б для них певні умови для виховання дітей. Йдеться перш за все про гарантовану державою тривалу відпустку з догляду за дитиною, надання жінкам можливості працювати неповний робочий день і тиждень, покращення умов праці та інші привілеї.

Очікується, що в країнах Південної Азії, Латинської Америки і Африки зниження темпів зростання чисельності населення настане в першій чверті ХХІ ст., а стабілізується після 2075 р. Подібна демографічна динаміка буде наслідком не масового голоду й інших катастроф, а змін, зумовлених досягненням високого рівня розвитку як в економіці, так і в соціальній і культурній сферах.

8.2. Світова продовольча криза

На сучасному етапі розвитку людства однією з найгостріших проблем є продовольча. За останні 30-40 років темпи зростання чисельності населення в багатьох країнах світу випереджають темпи зростання виробництва

сільськогосподарської продукції, що призвело до гострої нестачі продуктів харчування. Особливо це стосується країн, що розвиваються, де проживає переважна більшість людей, що недоїдають і голодують. За даними ФАО (Міжнародної комісії з продовольства при ООН) в світі зараз близько півмільярда постійно голодуючих і вдвічі більше людей, що недоїдають, тобто майже третина жителів планети.

Гострою є проблема якісного складу їжі. Найважливіша складова частина повноцінної їжі — тваринний білок. Основними джерелами тваринного білка є молоко, м'ясо, риба і яйця (рослинного — продукти і зернових і бобових культур). Мінімальною нормою в помірних кліматичних умовах було б споживання 1 г білка на 1 кг маси людини в день. Однак, майже 2/3 населення Землі за добу споживає менше 15 г тваринного білка, тобто живе на межі голоду.

Недостатнє споживання особливо позначається на дітях. Майже 300 млн дітей в країнах Азії, Африки і Латинської Америки внаслідок поганого харчування відстають у фізичному і розумовому розвитку. Щоденно від голоду там помирає близько 12 тис. чоловік.

За даними ФАО, харчових продуктів у всьому світі виробляється в цілому достатньо для того, щоб прогодувати все населення Землі. Проте основна причина світової продовольчої кризи полягає не в тому, що нерівномірно розподіляються продукти між усіма країнами відповідно з кількістю населення, хоч така проблема й існує. Дослідники вважають, що продовольча криза викликана збігом демографічних, екологічних і енергетичних проблем із впливом несприятливих погодних умов, а також колосальним, зростанням витрат на військові потреби.

В 1975 р. країнам, що розвиваються, не вистачало близько 5 % необхідної кількості продовольства. В 1990 р. цей дефіцит відносно до споживання приблизно подвоївся. Слаборозвинені країни змушені розширювати імпорт продуктів харчування, особливо зерна, що призводить до значного зростання їхньої фінансової заборгованості.

Загострення продовольчої проблеми негативно позначається на індустріалізації країн, що розвиваються, оскільки значна доля валютної готівки витрачається на закупівлю продовольчих товарів за рубежом, а розширення національного виробництва сільськогосподарської продукції обмежує капіталовкладення в розвиток своєї промисловості.

Спеціалісти-аграрники вважають, що за сучасного рівня науки і техніки можна вирішити глобальну проблему забезпечення населення продовольством. Для успішного розв'язання цієї надзвичайно важливої проблеми слід вагоміше нарощувати об'єми виробництва продовольства, суттєво знизити втрати сільськогосподарської продукції, забезпечити справедливий розподіл.

Підраховано, що для забезпечення продуктами харчування людей, а також відгодовувані свійських тварин, світове виробництво зерна слід уже зараз подвоїти. Якщо ж розрахувати на 6 млрд. чоловік, які незабаром населятимуть Землю, то виробництво зерна слід довести до 4,8 млрд. т, тобто потроїти. Досягнути цього в найближчій перспективі нереально, незважаючи на великі потенційні можливості ґрунтів земної кулі. Аналіз використання земель у країнах із високорозвиненим сільським господарством свідчить про необхідність глибоких знань екологічних і особливо ґрунтових умов кожного

господарства, регіону, природної провінції і зони. Лише на цій основі і з врахуванням передового досвіду виробництва можна розробити диференційовану систему заходів, яка забезпечить значне зростання врожаїв.

Хоча продовольча проблема є однією з найбільш гострих у світі, вона, як вважають спеціалісти ФАО, може і повинна бути розв'язана. Для цього потрібно освоїти угіддя, що нині не використовуються, і підняти врожайність сільськогосподарських культур в два-три рази.

Важливий складовий чинник вирішення продовольчої проблеми— зниження втрат урожаю, які щорічно становлять майже одну третину. Втрати пов'язані з недосконалістю збиральних машин, транспортуванням і, особливо, непридатними умовами зберігання.

Вагомим резервом для вирішення продовольчої проблеми є Світовий океан—величезна житниця тваринного білка. Нині для 3/4 населення планети морський промисел є основним джерелом одержання тваринного білка.

Вся океанічна біомаса становить 20—30 млрд. т. Традиційно людство використовує біопродукцію кінцевих ланок складного ланцюжка Світового океану, головним чином нектон (риби, ссавці, головоногі). Сумарна кількість нектонних організмів, які щорічно знаходяться в Світовому океані, оцінюється в 200 млн. т. Світовий океан є потужним джерелом і інших видів промислу (криль і інші форми зоопланктону, водні і лікарські рослини та ін.). Однак основне багатство морів і океанів — риба.

Сучасна наука вказує шляхи збільшення продовольчих запасів. Це підвищення родючості земель, збільшення біологічної продуктивності морських і океанічних вод, ефективніше використання сонячної енергії для фотосинтезу органічної маси, одержання білків із таких речовин, як нафта, горючі гази та ін. Багато вчених світу вважають, що наявних біологічних ресурсів планети при нинішньому масштабі розвитку продуктивних сил і існуючих технологіях достатньо для забезпечення продуктами харчування 20 млрд. чоловік. Прогноз, як бачимо, досить оптимістичний для прийдешніх поколінь.

8.3. Екологічні проблеми сільського господарства

Виробництво сільськогосподарських продуктів є одним з найпоширеніших видів людської діяльності. У процесі ведення сільського господарства змінюються, екологічні умови навколишнього середовища. Площі, зайняті лісами, чагарниками і луками з різноманітною природною рослинністю, зменшуються. Зазнають істотних змін природний біологічний кругообіг внаслідок втрати величезної маси хімічних елементів, радіаційний і водний баланс величезних і територій, гідрологічний режим. Погіршуються природні умови проживання тварин і птахів. Забруднюються атмосфера, гідросфера і педосфера. Ґрунти в процесі тривалого господарського використання втрачають свою природну родючість, деградують або повністю руйнуються.

Дуже поширеним на земній поверхні є розвиток вітрової і водної ерозії ґрунтового покриву. В давні геологічні періоди інтенсивність ерозійних процесів була незначна. Проте під їх впливом відбувалося поступове нівелювання рельєфу, формування схилів і акумулятивних рівнин. Такого роду ерозію називають *геологічною*, або *нормальною*. Сучасну ерозію, пов'язану з господарською діяльністю, називають *прискореною*. Особливо значна інтенсивність розмиву ґрунтів спостерігається на орних землях,

розташованих на схилах рельєфу. Тому в гірських районах темпи ерозії при нераціональному природокористуванні, як правило, особливо великі.

Ерозія проявляється на всіх материках. В США за останні 150 років понад 100 млн. га ріллі і пасовищ зруйновані або значно пошкоджені ерозією, близько 300 млн. га зазнали ерозії, а 20 млн. га перетворені в бедленд, тобто в землі, які практично не придатні для сільськогосподарського використання (Х. Беннет, 1958). За даними польових обстежень ґрунтів України ерозією різного ступеня пошкоджено 9,9 млн. га, що становить майже третину всієї площі орних земель. Боротьба з ерозією вимагає планомірної комплексної роботи і величезних капітальних вкладень. За реалізацією програм протиерозійних заходів повинен здійснюватись постійний державний контроль.

Зниження продуктивності сільськогосподарських культур залежить не тільки від ерозії. Впливають на урожайність такі природні явища, як посухи, або, навпаки, надлишки атмосферних опадів, холодні безсніжні зими, коли вимерзають озимі, тощо. Слід відмітити, що амплітуда коливань урожаїв постійно зростає в міру збільшення середніх врожаїв, що, зокрема, пов'язано із зменшенням стійкості нових високоврожайних сортів і коливаннями погоди (В. А. Ковда, 1981).

Нині досить поширеним явищем стало пошкодження культурних рослин різними хворобами і шкідниками. Вирощування одних і тих самих видів рослин на великих площах робить їх більш вразливими на захворювання, а також створює сприятливі умови для розвитку окремих видів шкідників. Останнє наочно можна проілюструвати на прикладі колорадського жука. Перші його екземпляри були випадково завезені разом із картоплею з Америки в Європу, спочатку на Піренейський півострів. Звідти і почалася його поступова експансія на схід, де він знаходив досить сприятливі умови для свого розвитку. Зараз його практично можна зустріти на будь-якому картопляному полі.

В боротьбі із шкідниками і хворобами застосовуються різні заходи (отрутохімікати, сівозміна, агротехніка, біологічні), але проблема в цілому ще далека від вирішення. Використання хімічних засобів і захисту рослин призводить до збільшення забруднення навколишнього середовища.

Серйозні проблеми для навколишнього середовища виникають у зв'язку з застосуванням в сільському господарстві мінеральних добрив. Внесені на поля, вони лише частково поглинаються рослинами. Значна кількість азоту і фосфору потрапляє в ґрунтові і підземні води, а з ними мігрує в ріки і озера.

Використання у сільському господарстві отрутохімікатів дає можливість зберегти майже 30 % врожаю. При обробці посівів пестицидами основна частина їх нагромаджується на поверхні ґрунтів і рослин. Вони адсорбуються органічною речовиною ґрунту і мінеральними колоїдами. Надлишок пестицидів може мігрувати з низхідними токами вологи і попадати в ґрунтові води.

Існує проблема відходів сільськогосподарського виробництва і пов'язаної з нею переробної промисловості. Нинішнє світове виробництво зернових дає щорічно 1700 млн. т соломи, більша частина якої не використовується і забруднює середовище. Великі відходи дає виробництво бавовнику і цукрової тростини. Значна кількість відходів вирощеної сільськогосподарської

продукції попадає на смітники. Органічні рештки в багатьох випадках просто спалюють, викидаючи на вітер нагромаджену, віками ґрунтову родючість. Значно доцільніше було б, проте, на основі відходів рослинної продукції готувати компости і органічні добрива. Регулярне і достатнє внесення їх на сільськогосподарські поля дозволить більш ефективно використовувати земельні угіддя.

Кожна галузь сільського господарства по-різному впливає на навколишнє середовище. Так, землеробство досить помітно змінює водний баланс і гідрологічний режим агро ландшафтів. На навколишнє середовище впливає тваринництво. Створення великих ферм нерідко супроводжується забрудненням ґрунтів і вод екскрементами тварин, нагромадженням великих мас гною, особливо поблизу великих відгодівельних комплексів. Серйозною проблемою залишається забруднення гідрографічної сітки відходами боєн, м'ясо переробних і молочних підприємств. Гній давно використовувався людиною як цінне органічне добриво. Проте останнім часом виникла глобальна проблема утилізації його в зв'язку з колосальними не використовуваними запасами. Це пов'язано з тим, що для промислового тваринництва гній — тільки забруднювальні відходи, вивезення якого вимагає великих затрат.

В Китаї, Індії, Пакистані ця проблема вирішується шляхом обладнання установок для переробки органічних відходів сільського господарства, в тому числі гною, в біогаз з використанням бактеріального процесу метанового бродіння. В цих (країнах створені в селах уже мільйони таких установок. У США, Канаді надто великих тваринницьких комплексів не створюють, а відходи численних ферм регулярно повертають у вигляді органічних добрив на сільськогосподарські угіддя.

В гірських районах тваринництво є провідною галуззю сільського господарства. В зв'язку з швидким зростанням народонаселення збільшується попит на м'ясо-молочну продукцію, вовну, шкіру. Це змушує постійно нарощувати кількість великої рогатої худоби, оленів, яків, лам, кіз, овець, що призводить до надмірного випасу. Послаблення ж дернового покриву супроводжується ерозією ґрунтів, яка нерідко повністю знищує родючі горизонти.

Отже, сучасне сільське господарство створює для жителів планети цілу низку гострих екологічних проблем, їхнє успішне розв'язання можливе тільки на основі раціонального природокористування, здійснення комплексної системи заходів з охорони природи і підвищення продуктивності землеробства і тваринництва.

8.4. Антропогенні зміни навколишнього середовища

Людина змінює навколишнє середовище як стихійно, так і свідомо. В першому випадку це є побіжним і одночасно дуже поширеним наслідком її трудової діяльності, спрямованої на забезпечення своїх життєвих потреб. У процесі господарського освоєння незайманих земель відбувалося поступове руйнування природних екосистем і заміна їх антропогенними, порушувалася рівновага між окремими видами рослинного і тваринного світу. Ця небажана сторона впливу трудової діяльності на природу особливо проявляється на сучасному етапі розвитку людства, який характеризується надзвичайно

стрімким демографічним зростанням і швидким науково-технічним і соціально-економічним розвитком суспільства. В міру збільшення чисельності населення стрімко зростають негативні наслідки тотального наступу на природу, що вкрай загострює проблему екологічної кризи.

Одночасно в усі періоди свого існування людина виконувала дуже значну роботу цілеспрямованих змін, направлених на пристосування навколишнього середовища згідно з усе зростаючими потребами. Однією з перших свідомих змін природного середовища було будівництво людиною житла та виготовлення предметів одягу, з допомогою яких вона підтримувала необхідний температурний режим, охороняла себе від несприятливих кліматичних впливів, забезпечувала відповідні умови свого буденного життя. Поступово дуже великих змін зазнало навколишнє середовище під впливом вирубок величезних масивів лісів, розорювання земель, розробки родовищ корисних копалин, промислової діяльності, здійснення різного роду меліорацій тощо.

Невід'ємною ознакою сучасних дуже видозмінених ландшафтів стала наявність майже у всіх куточках земної кулі малих і великих населених пунктів. Особливо багато їх на теренах із благодатним кліматом і розвиненим сільським господарством, а також з районах з інтенсивною гірничорудною промисловістю, в долинах рік і в гірських улоговинах, на узбережжях багатьох морів та океанів. Відчуження містами, селищами, селами, промисловістю величезних територій разом з їх здебільшого родючими ґрунтами збіднює видовий склад рослинного і тваринного світу.

Окрім земель, зайнятих під житлове будівництво, на значній площі колись продуктивних угідь зараз прокладені дороги, побудовані різні господарські і промислові об'єкти. До екологічних втрат слід віднести також території, які зайняті різними складами, кар'єрами, підземними шахтами, териконами, виробничими відходами, газо і нафтопроводами, лініями електропередач тощо. Загальна площа земель на планеті, зайнятих нині населеними пунктами, промисловими підприємствами, гірськими розробками і надземними комунікаціями, становить близько 3 млн. км².

Із зростанням кількості населених пунктів і виробничих об'єктів, інтенсивною розробкою родовищ корисних копалин тісно пов'язана проблема накопичення побутових і промислових відходів, які забруднюють навколишнє середовище. Це погіршує санітарно-гігієнічний стан у багатьох містах і селах і є однією з причин поширення епідемічних захворювань, особливо в країнах із жарким кліматом. Сміттєзвалища завдають великої шкоди ґрунтам і підземним водам внаслідок забруднення їх токсичними речовинами.

Іншим потужним джерелом забруднення місць компактного проживання населення є масове застосування в народному господарстві і побуті хімічних речовин. Так, лише в побуті зараз використовуються тисячі речовин, що потенційно шкідливі для природи. Серед них, наприклад, є багато інгредієнтів косметичних засобів, кремів, шампунів, пральних порошків, синтетичних клеїв, лаків, фарб тощо. Своєрідними забруднювачами навколишнього середовища є деякі сучасні види медичних препаратів.

Основні джерела забруднення повітря — промисловість, транспорт, а також паливо, яке використовується для обігрівання житлових будинків. Промисловість серед них — на першому місці. Кількість забруднених

промислових газів значною мірою залежить від якості палива, що використовується, його мінеральних компонентів і вмісту сірки, а також від технічного стану промислових установок. Найінтенсивніший вихід відпрацьованих газів має місце на електростанціях, заводах по виробництву кольорових і чорних металів, вуглезбагачувальних установках, хімічних і нафтопереробних підприємствах. Вони викидають шкідливі речовини в атмосферу через високі димові труби, численні витяжні установки або безпосередньо з промислових цехів.

Останнім часом серйозною екологічною проблемою стали кислотні дощі, які викликають загибель лісів, зниження продуктивності сільськогосподарської рослинності, корозію пам'яток і будинків. Джерелом-утворення кислотних дощів є промислові викиди в атмосферу газів, які містять сірку, азот або хлор. Ці елементи, потрапивши в повітря, легко вступають, у хімічні сполуки з водою, утворюючи дуже агресивні сірчану, азотну і соляну кислоти. Майже половина кислотних викидів, пов'язаних з діяльністю людини (30—40 млн. т), припадає на Європу, де дуже широко використовують для палива буре вугілля і нафту з високим вмістом сірки.

Велику стурбованість у людей викликає стан прісних вод на планеті. Регулярне скидання в ріки, моря, на поверхню ґрунту або під землю стічних вод (промислових, побутових, сільськогосподарських) забруднює джерела, робить воду непридатною для пиття або навіть шкідливою для здоров'я. Забруднюються перш за все поверхневі води. Підземні води залишаються ще майже чистими, бо ґрунти є прекрасним природним фільтром. Серед хімічних забруднювачів води зараз часто зустрічаються нітрати.

Однією з нерозв'язаних проблем залишається забруднення вод нафтою і нафтовими продуктами, що уповільнює здатність води до самоочищення за рахунок газонепроникних поверхневих плівок. Нафтопродукти значно знижують якість вод і є причиною масової загибелі багатьох видів водних організмів.

Зросла роль людини в руйнуванні ґрунтового покриву планети. Вирубка лісів і чагарників для забудови і палива, для землеробства і тваринництва, перевантаження пасовищ поголів'ям худоби і знищення трав'яного покриву, засолення зрошуваних територій зменшують інфільтрацію вологи в ґрунт, збільшують випаровування води, сприяють прояву пилових бур, водній ерозії, появі рухомих пісків, збільшенню континентальності і сухості, що призводить до зменшення біопродуктивності природних екосистем і зменшенню родючості ґрунтів. Найбільше при цьому руйнуються ландшафти степів і саван. Цей процес одержав назву *опустелювання суші*.

Забір води на зрошення посушливих земель, спорудження водосховищ знижує повені і посилює соленакопичення в долинах рік і їх дельтах, зменшує площу озер і морів. Так, одне з найбільших у світі внутрішніх морів — Аральське — практично перестало існувати, воно значно обміліло і розпалося на групу невеликих за площею і мілких озер. Внаслідок недосконалості зрошуваних систем, надмірного поливання відбувається підняття рівня ґрунтових вод, переміщення солей із глибоких горизонтів землі в поверхневі. Це призводить до вторинного засолення ґрунтів. У водосховищах на ріках, як відомо, нагромаджуються великі запаси прісних вод. Однак вони, як вияснилось останніми десятиріччями, практично гублять ріки, їх унікальні

природні екосистеми і прилеглі території. З поверхні водосховищ випаровуються величезні маси води, в їх акваторіях розмножуються синьо-зелені водорості. В донних відкладах проходять відновні реакції з утворенням метану, сірководню, сульфідів, карбонатів, що різко знижує якість води. Крім того, затоплюються заплави і низькі річні тераси разом, з цінними пасовищами і сінокосами, підтоплюються, заболочуються і засолюються великі площі прилеглих родючих ґрунтів.

Аварія на Чорнобильській атомній електростанції з усією гостротою показала страшену небезпеку для біосфери радіоактивного забруднення. За масштабами свого негативного впливу на навколишнє середовище ця катастрофа не має аналогів у світі. Тому вчені багатьох країн нашої планети об'єднали свої зусилля у пошуках способів ліквідації наслідків цієї аварії.

У цій главі коротко висвітлено лише деякі зміни природного середовища під впливом господарської діяльності людини. Незважаючи на всю складність порушених питань, вчені настроєні оптимістично. Вони вважають, що широкомасштабні комплексні дослідження навколишнього середовища, здійснення глобального контролю за станом усіх складових компонентів географічної оболонки і їх розвитком, а також широке впровадження у виробництво новітніх досягнень науки і техніки дозволять надійно захистити унікальну природу Землі від екологічної катастрофи.

ГЕОГРАФІЧНА НОМЕНКЛАТУРА

Кожна освічена людина повинна уявляти собі світ за географічною картою, легко знаходити на ній необхідні об'єкти. Звичайно, неможливо вивчити все, що написано на картах. Без доганно слід знати певний мінімум назв на всіх материках і в океанах. Приведений список географічної номенклатури (назв) є обов'язковим для вивчення студентами географічних спеціальностей. Тим, хто самостійно бажає вивчати географічну карту, потрібно користуватись географічними атласами, які мають покажчики географічних назв, контурними картами. Із списку наведених назв слід відбирати тільки ті, місцеположення яких невідоме.

У наведеному списку географічної номенклатури кожна наступна назва міститься на географічній карті по сусідству або порівняно недалеко від попередньої, що значно полегшує роботу. Зауважимо, що в атласах покажчики географічних назв складено в алфавітному порядку. Проти кожної назви зазначено номер або сторінку карти, на якій вона міститься, та її координати (прямокутник, утворений паралелями й меридіанами, в якому міститься об'єкт).

Для кожного материка і океану рекомендується мати контурні карти. На них можна нанести всю номенклатуру або однорідні об'єкти (наприклад, гідрографію, рельєф тощо). За такими німими картами дуже зручно вивчати необхідні географічні назви. Для повторення номенклатури доцільно використовувати фізичну карту світу.

Робота з картами розширює географічний кругозір і тренує пам'ять. Будь-який географічний об'єкт (ріка, гора, населений пункт) має свою назву. Багатьом із них присвоєно імена видатних людей, визначних подій, часто відображено історію географічних відкриттів тощо. Частина назв відображає найбільш характерні особливості їх природи, географічного положення. Отже, кожна географічна назва має свою історію і певне значення. Тому корисно не

лише визначити по карті місцеположення якогось географічного об'єкта, а й довідатись про походження його назви.

Наука, яка пояснює, звідки походить та чи Інша географічна назва і що вона означає, називається *топонімікою*. Вивчення походження назв — це по суті поглиблене ознайомлення з Історією географії і природою Землі.

Наведені нижче назви стосуються фізичної географії. Так само слід вивчати економіко-географічну, політичну, історичну та Інші карти.

ЄВРОПА

Гебридські

Ірландія Великобританія

Моря

Фюн

Біле

Зеландія

Барей-шове

Борнхольм

Норвезьке

Еланд

Північне

Готланд

Балтійське

Аландські

Ірландське

Сааремаа

Середземне

Хійумаа

Лігурійське

Котлін

Тірренське

Лзорські

Іонічне

Балеарські •

Адріатичне

Корсика

Егейське

Сардинія

Мар-мурове

Синілія

Чорне

Мальта

Азовське

Кріт

Кіпр

Затоки

Родос

Печорська губа

Евбея

Чеська губа

Зміїний Мезенська губа

Миси

Двінська губа

Онезька губа

Канін Ніс

Кандалакська

Нордкін

Варангер-фіорд

Нордкап

Вест-фіорд

Фіністерре

Ботнічна

Рока

Фінська

Маррокі

Ризька

Спартівенто

Брістольська

Тенарон Біскайська '

Кадіська

Півострови

Ліонська

Канін

Генуезька

Кольський

Таранто

Скандинавський

Венеціанська

Ютландія

Корінфська

Котантен

Термаікос

Бретань

Каркінітська

Корнуолл

Сиваш

Піренейський

Острови

Апенінський

Балканський
Нова Земля
Вайгач
Колгуєв
Соловецькі
Шпіцберген
Ян-Майєн
Ісландія
Фарерські
Шотландські
Оркнейські
Ересунн
Великий Бельт
Малий Бельт
Фемарн-Бельт
Па-де-Кале
Ла-Манш
Гібралтарська
Боніфачо
Мессінська
Мальтійська
Дарданелли
Босфор
Керченська
Малопольська
Гори, вершини
Уральські
г. Народна, 1895 м
Лай-Хой
Хібіни
Скандинавські
Пеннінські
Кембрійські
Кантабрійські
Іберійські
Піренеї
пік Ането, 3404 м
Андалузькі
Центральна Кордильєра
Сьєрра-Морена
Апенніни
Альпи
г. Монблан, 4810 м
Швабський Альб
Баварський Ліс
Вогеци
Шварцвальд
Арденни

Пелопоннес
Кримський
Таманський
Керченський Земля Франца-Йосифа
Протоки
Югорський шар
Карські Ворота
Маточкін Шар
Скагеррак
Каттегат
Височини, плоскогір'я,
нагір'я, плато, кряжі

Тіманські
Валдайська
Московська
Смоленська
Середньоруська
Приволзька
Донецький
Придніпровська
Приазовська
Подільська

Норландська
Смоланд
Шотландське
Нормандська
Центральний масив

Низовини, рівнини

Прикаспійська
Оксько-Донська
Придніпровська
Поліська
Причорноморська
Великопольська
Північно-Німецька
Паризький басейн
Паданська
Середньодунайська
Нижньодунайська 'Франконський Альб
Озера водосховища
Київське
Канівське
Кременчуцьке

Рейнські Сланцеві
Тюрінгський Ліс
Рудні гори
Судети
Карпати
г. Говерла, 2061 м
Стара Планина
Балканські
Родопи
Дінара
Кримські
г. Роман-Кош, 1545 м
Вулкани
Чудське
Гекла
Стромболі
Етіа
Везувій
Сегозеро
Імандра
Інарі
Сайма
Венерн
Веттерн
Меларен
Женевське
Боденське
Лаго-Маджоре
Комо
Охридське
Преспа
Балатон
Драва
Ріки

Пора
Північна Двіна
Рга
Вятка
Кама
Чусова
Уфа
Ветлуга
Ока
Волга
Урал
Дон
Кубань

Дніпродзержинське
Каховське
Цимлянське
Ельтон
Баскунчак
Куйбашевське
Рибонське
Б Оте
Кубенське
Впже
Лача
Онезьке
Ладозьке

Псковське
Ільмень
Селтер
Вигозеро
Маас
Темза
Сена
Луара
Гаронна
Рона
Дору (Дуеро)
Тежу (Тахо)
Гвадіана
Гвадалквівр
Ебро
Тібр
По
Інн

Сава
Дунай
Тиса Мезень
- АЗІЯ
м Біла
Карське
Лаптевих
Східно-Сибірське
Чукотське
Бсрингове
Охотське
Японське
Жовте
Східно-Китайське
Південно-Китайське

Прип'ять
Тетерев
Сож
Десна
Сула
Псел
Ворскла
Рось
Інгулець
Дніпро
Південний Буг
Салгир
Березина
Німан
Західна Двіна
Волхов
Нева
Дністер
Прут
Буг
Вісла
Одра
Ельба
Рейн
Рур
Удська губа
Терпіння
Аніва
Петра Великого
Східно-Корейська
Дядунська
Бенгальська
Оманська
Перська
Кара-Богаз-Гол
Гидадський Таймир
Острови
Камчатка
Північна Земля
Новосибірські
Котельний
Ляховські
Врангеля.
Командорські
Парамушнр
Онекотан
Симушир
Уруп

Яванське
Флорес
Банда
Молуккське
Сул а весі
Сулу
Андаманське
Аравійське
Затоки

Байдарацька губа
Обська губа
Тазовська губа
Єнісейська
Хатанзька
Оленьокська
Губа Буор-Хая
Янська
Чаунська
Анадирська
Олюторська
Кроноцька
Пенжинська губа
Гижигінська губа
Шеліхова
Миси

Челюскін
Дежньова
Лопатка
Терпіння Бохайвань Бакбо (Тонкінська) Сіамська
Пуріян
Баба
Півострови Аденська

Чукотський

Корея
Ляодунський
Шаньдунський
Малакка
Індокитай
Індостан
Аравійський
Сінайський
Мала Азія
Мангишлак

Ітуруп	БузачІ
Курильські	Апшеронський
Протоки	
Хоккайдо	Вількіцького
Хонсю	Санішкова
Сікоку	Дмитра Лаптева
Кюсго	Лонга
Японські	Берингова
Цусіма	Літке
Рюкю	Перша Курнльська
Тайвань	Лаперуза
Ханнань	Татарська
Парасельські	Цугару
Лусон	Корейська
Мінданао	Тайванська
Філіппінські	Малаккська
Калімантан	Макасарська
Суматра	Полкська
Ява	Ормузька
Сулавесі	Баб-ель-Мандебська
флорес	Гори, хребти, вершини
Тімор	Верхоянський
Дндамавські	Бирранга
Нікобарські	Черського
Шрі-Ланка	Серединний
Лаккадівські	Джугджур
Мальдівські	Становий
Зайсан	Сіцзян
Височини, плоскогір'я,	Тенгд
Меконг	

Буреїнський	нагір'я, плато	Кулундинське	Салуїн
Яблоновий	Путоана	Чани	Іраваді
Сіхоте-Алінь	Кіпюйське	Телецьке	Брахмапутра
Східний Саян	Слене	Таймир	Ганг
Західний Саян	донське	Байкал	Інд
Кузнецький Алатау	Яіо Шмйконське	Ханка	Тігр
Єнісейський кряж	Колимське	Далай-нор	Євфрат

АФРИКА

Алатау	Середнн бірське		.Мертве
Кунгей Алатау	імське		Габес
Терський Алатау		Дрібносопочник	Ріки
Киргизький хребет	Казахськ,		Сідра
Жький Алатау		Вірменське	Дракс
Чаткальський	Іранське	Амудар'я	Острови
ферганський	Тибет	Сирдар'я	Сокотра
Зеравшанський	ЙнТнань-Гуйчжоу	Зеравшан	Занзібар
Туркестанський	Вахш		Дмірантські
Заалайський	Пяндж		Коморські
			Сейшельські

Памір	Низовини, рівнини	Маскаренські
Індо-Гангська	нгао	Миси
Велика Китайська р.внина	ідкам'яка	Тунгуска
Западини	Тунгуска	Ель-Аб'яд
Сарнкамишська	-45 м	Хата-
малаї	Турфанська	-154 м
Анабар	Мертве море,	І Лена
Еверест (Джомолунгма),	8848 м	Пустелі
Вітім	Півострів	Вілюй
Каракуми	Ольокма	Сомалі
Шмз		
Каракорум	Кизилкум	
Куньлунь	Такла-Макан	Індігірка
Алтинтаг		Мозамбікська
Скелясті	Сан-Матіас	
Високий Велд	Вікторія	Каскадні
Пустелі	Яаррі	Сьєрра-Невада,
Сахара		Уельського
Сьєрра-Мадре	Миси	
Лівійська	Ельєсшр	Сдна Сьєрра-МадрГ
Баффінова Земля	н	Кабу-Бранку
Гренландія		
Ньюфаундленд		Орісаба
Западини		Ньюфаундленд
Боделе		Бермудські
Каттара, —133 м		Багамські
Ассаль, —153 м		Куба
Гаїті Озера		
Малі Антільські		
Острови		
Ллато		Трінідад
Великі рівнини		Фолклендські (Мальвінські)
Великий Басейн		Вогняна Земля
Колорадо		Гя »•>'—•---
Ямайка	Низовини	Галапагос
Рудольф	Домініка	ЛШссісіпська
Вікторія	Мартініка	
Альберт	Пуерто-Ріко	Иадина
Мобуту-Сесе-Секо	Ванкувер	Долина Смерті
Дрейка		
КІву	Кадьяк	Озепа
Танганьїка	Алеутські	оЗЄра
Ньяса	Велике	ВЕДМЕЖР
Мверу	Миси	Велике Невірі
Чад	Барроу	Атабаска ^{ІЄШльниче}
Мерчісон	Вінніпег	Гвшнське
Сент-Чарльз	Вінніпегосіс	Бразилії
Замбезі	Хаттерас	Кордильєри (Андв)
		Аконкагуа, 6960 м
		Верхне

Лімпопо	Рьято	Мічиган
Оранжева	Мендосшо	І Гурон
Принца Уельського		пйзобини
Нігер	Півострови	Нрп
Сенегал		Бутія
ПІВНІЧНА АМЕРИКА		
Лабрадор		
Моря		Нова Шотландія
Бофорта	Флорида	Атябгі
Баффіна	Юкатан	
Гренландське	Каліфорнія	Свягп п
Саргасове	Кена	
Карй5ське	Аляю	І Міссілі
Затоки	Міссурі	
Протоки	Ред-Рівер	
Рканзас		Мадейра
Гудзонова	І Ріо-Гранде	
Гондураська		Юкатанська
Панамська	Гори вершини	ПІВДЕННА АМЕРИКА
АВСТРАЛІЯ		
Брістольська	Кордильєри	
г. Мак-Кінлі — 6193 м	І Ла-Плата	
Аляскінський		
Банкс	Брукс	

Іяесуельська
Тшорське
Арафурське