

**Міністерство освіти і науки України  
Сумський державний педагогічний університет імені А.С. Макаренка**

# **ТЕОРІЯ ФІЗИЧНОЇ ГЕОГРАФІЇ І РАЦІОНАЛЬНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**



**Суми 2023**

УДК 911.2(477)(072)  
К-67

Рекомендовано до друку вченою радою  
Сумського державного педагогічного університету імені А.С. Макаренка  
(протокол №10 від 24.04.2023 р.)

**Укладач: А.О. Корнус – кандидат географічних наук, доцент**

***Рецензенти:***

- Воровка В. П.** – доктор географічних наук, професор, завідувач кафедри екології, загальної біології та раціонального природокористування Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького;
- Мольчак Я. О.** – доктор географічних наук, професор, Заслужений діяч науки і техніки України, професор кафедри екології Луцького національного технічного університету;
- Кисельов Ю. О.** – доктор географічних наук, професор, завідувач кафедри геодезії, картографії та кадастру Уманського національного університету садівництва.

**Корнус А. О.**

**К 67** Теорія фізичної географії і раціональне природокористування (курс лекцій) : Навчальний посібник / Укладач А. О. Корнус. – Суми : Інститут стратегій інноваційного розвитку і трансферу знань, 2023. – 176 с.

ISBN 978-617-8246-04-4

Навчальний посібник містить курс лекцій, розроблених згідно робочої навчальної програми дисципліни «Теорія фізичної географії і раціональне природокористування», для здобувачів освіти за спеціальністю 014 Середня освіта (Географія) природничо-географічного факультету СумДПУ імені А.С. Макаренка другого (магістерського) рівня вищої освіти. Також наведено запитання і завдання для самостійної роботи та самоконтролю.

© Корнус А.О., 2023  
© Інститут стратегій інноваційного  
розвитку і трансферу знань, 2023  
© СумДПУ імені А.С. Макаренка, 2023

## ПЕРЕДМОВА

«Теорія фізичної географії і раціональне природокористування» – навчальна дисципліна, яку в Сумському державному педагогічному університеті імені А.С. Макаренка вивчають магістранти природничо-географічного факультету, що здобувають освіту за спеціальністю 014 Середня освіта (Географія). Актуальність цієї навчальної дисципліни зумовлена процесами теоретизації фізичної географії у зв'язку з модернізацією її об'єкт-предметної сфери, посиленням системності географічного знання, формуванням міждисциплінарних напрямів географічних досліджень, загостренням проблем, пов'язаних з використанням природних ресурсів, більшість з яких є виражено географічними.

Метою навчальної дисципліни «Теорія фізичної географії і раціональне природокористування» є систематизація й узагальнення здобувачами освіти теорій, концепцій, законів, закономірностей, головних категорій географічної науки; впливів суспільства на природу та принципів раціонального природокористування. Знання, отримані у процесі вивчення цього курсу, розширюють як, географічний і загальнонауковий світогляд майбутніх магістрів середньої освіти. Вони зможуть користуватися ними при вивченні інших дисциплін, підготовці магістерських робіт та у майбутній професійній діяльності.

Згідно робочої програми, курс «Теорія фізичної географії і раціональне природокористування» передбачає три головних розділи: «Теорія та історія фізичної географії», «Методологія фізичної географії» і «Природні ресурси і природокористування». При підготовці даного видання використано існуючі підручники та посібники з теорії й методології фізичної географії, загального землезнавства, екології, охорони навколишнього природного середовища та раціонального природокористування, монографічна й довідкова література, матеріали з мережі Інтернет. Також автор використав власні науково-методичні розробки з курсів «Теорія та методологія фізичної географії» і «Раціональне природокористування», що викладалися ним у різні роки для магістрантів природничо-географічного факультету Сумського державного педагогічного університету імені А.С. Макаренка.

Даний посібник також стане у нагоді здобувачам освіти за спеціальністю 106 Географія, які вивчають дисципліну «Теоретичні проблеми фізичної географії» та всім, хто цікавиться теорією географії, проблемами природно-суспільної взаємодії та раціонального природокористування.

# РОЗДІЛ 1. ТЕОРІЯ ТА ІСТОРІЯ ФІЗИЧНОЇ ГЕОГРАФІЇ

## Тема 1. МІСЦЕ ФІЗИЧНОЇ ГЕОГРАФІЇ В СИСТЕМІ ГЕОГРАФІЧНИХ НАУК. ОБ'ЄКТ І ПРЕДМЕТ ФІЗИЧНОЇ ГЕОГРАФІЇ

- 1.1. Місце фізичної географії в системі географічних наук
- 1.2. Об'єкт дослідження загальної фізичної географії
- 1.3. Поняття географічної оболонки
- 1.4. Межі географічної оболонки
- 1.5. Об'єкт дослідження регіональної фізичної географії і ландшафтознавства
- 1.6. Предмети загальної і регіональної фізичної географії та ландшафтознавства

### 1.1. Місце фізичної географії в системі географічних наук

Як відомо, класифікацією наук О. Конта<sup>1</sup> було покладено початок поділу наук на науки хронологічні й хорологічні. Це положення Конта згодом лягло в основу поділу наук Альфредом Геттнером, згідно з уявленнями якого, науки також діляться на хронологічні, або історичні, хорологічні, або науки про простір, і систематичні, тобто науки про процеси і причинні зв'язки. Географія була віднесена А. Геттнером до категорії просторових наук і, згідно його класифікації, є наукою, що реєструє розташування природних об'єктів в просторі, але не займається питаннями причинних зв'язків й історичного розвитку даних об'єктів. Географія, таким чином, і теоретично, і практично позбавляється свого специфічного об'єкта дослідження будучи лише описом розміщення всього (або чогонебудь), вона представляє собою не дослідження, не науку, а є лише методом викладу і показу будь-якого матеріалу в тексті чи на карті.

Звичайно, ми не можемо з цим погодитись, однак, заперечуючи геттнерівське визначення географії, як науки про зовнішність предметів, що наповнюють простір (подібно до того як меблі наповнюють квартиру) і не пов'язані з простором законами свого розвитку, ми не можемо відмовитися від визнання великої ролі просторових закономірностей в географічній науці. Різниця в поглядах полягає в тому, що, наприклад, фізична географія, з нашої точки зору, вивчає не простір, а закономірності розвитку природи в просторі, причому простір виступає як один з основних чинників цього розвитку.

Сьогодні всі науки поділяються за об'єктами дослідження – на три основні групи:

- а) науки природничі, які вивчають явища природи;
- б) науки суспільні, об'єктом вивчення яких служать явища суспільного життя;
- в) науки, об'єктом яких є саме пізнання (філософські).

---

<sup>1</sup> Огюст Конт (1798-1857) – французький філософ, позитивіст, засновник соціології.

Сьогодні більшістю дослідників географія трактується не як єдина наука, а як система природничих і суспільних дисциплін<sup>1</sup>. Характерна особливість сучасного розвитку системи географічних наук – формування інтегрованих областей знання. Цей процес почався в останній третині ХХ ст. поряд з триваючою диференціацією науки. Як зазначає В. С. Преображенський, «... можна говорити про настання нового століття Гумбольдтів, століття вчених, які зобов'язані знати багато, і багато про що». Свідченням цього є виникнення прикордонних наук – медичної географії, військової географії, геохімії ландшафтів, геофізики ландшафтів, геоботаніки, зоогеографії, які розглядають об'єкти ботаніки, зоології, геології, ґрунтознавства з географічної точки зору – з точки зору просторових закономірностей їх розвитку.

За нашим визначенням, фізична географія – система наук, які вивчають структуру, динаміку і функціонування географічних систем різних масштабних рівнів, природно-територіальних комплексів (ПТК) і їх компонентів, з метою з'ясування закономірностей природи, раціонального природокористування та географічного прогнозу. Фізична географія є частиною двоєдиної загальної географії та природознавства в цілому.

Специфікою фізичної географії є вивчення просторових закономірностей розвитку природи як в масштабі земної кулі, так і в масштабі окремих регіонів, різних за своєю будовою і розмірами. Таким чином, відмовляючись від геттнерівських уявлень, ми, разом з тим, не заперечуємо значення простору, як надзвичайно важливого чинника розвитку географічного середовища.

Яке ж місце фізичної географії у географії в цілому, яким же повинен бути конкретний поділ фізичної географії на складові дисципліни, тобто який її конкретний обсяг?

П.П. Семеновим-Тян-Шаньським географія поділялася на географію в широкому сенсі, або землезнавство, і географію у вузькому сенсі, що вивчає поверхню земної кулі. Далі, землезнавство, що складається з групи наук, пов'язаних предметом дослідження, розглянутого з різних точок зору, включає математичну географію (астрономію), фізичну географію, етнографію і статистику. Географія у вузькому сенсі вивчає поверхню земної кулі й поділяється на математичну, пластичну і політичну. Як бачимо, в теоретичному відношенні слабким місцем в даному поділі є уявлення про тотожність предмета дослідження географічних наук природничого і суспільного порядку (астрономії і етнографії, математичної та політичної географії та ін.) і об'єднання з ними такої загальної методичної науки, як статистика.

---

<sup>1</sup> Наприклад, Д. Анучин пише: «у всій сукупності своїх розділів і допоміжних дисциплін, географія за своїм сучасним змістом не може бути вкладаєна в рамки однієї науки і по справедливості може бути розглянута, як цілий комплекс наук, здатних створити особливий факультет». Слова ці мало відрізняються від сказаних у свій час М. Гоголем, який гадав, що в курс географії «повинні послати від себе данину і природнича історія, і фізика, і статистика, і все, що тільки стикається зі світом, щоб світ становив одну яскраву мальовничу поему».

Д.М. Анучин (1954) також поділяв географію на загальну і регіональну. Перша являє собою комплекс наук, що відображають складність об'єкта і складається з астрономічної і фізичної географії, біогеографії та антропогеографії, друга – країнознавство – розглядає синтез і фізико- та економіко-географічних даних про країни або частини світу. Як видно з викладеного, в концепціях цих великих географів найбільш неясне питання про географію людини в її зв'язку з фізичною географією.

Л.С. Берг (1956) виділяв у географічній науці країнознавство і фізичну географію, що є частиною космічної фізики. Назву власне географії він зберігав за країнознавством. До розділів країнознавства він відносив кліматологію, ботанічну географію, зоогеографію, ґрунтову географію, економічну географію та історію землезнавства.

С.В. Калесник (1970) дає більш чітку класифікацію системи географічних наук. Згідно з його схемою всі географічні науки можна розділити на чотири групи:

1) Географічні природничі науки: геоморфологія, кліматологія, гідрологія суходолу, океанографія, гляціологія, мерзлотознавство, ґрунтознавство, біогеографія, фізична географія, фенологія та ін.

2) Суспільні географічні науки: історія географії та окремих географічних дисциплін, топоніміка і економічна географія з усіма її головними гілками.

3) Науки, де основну роль грає об'єднання матеріалу, що «постачається» природними і суспільними географічними науками, а також іншими науками: краєзнавство, країнознавство, медична географія, військова географія та ін.

4) Картографія з її підрозділами.

Згідно наведеної вище класифікації, фізична географія входить до групи природничих наук на рівних правах з такими географічними науками, як кліматологія, гідрологія суходолу, ґрунтознавство та ін., тобто науками, що вивчають окремі компоненти природи.

В останні десятиліття серед вчених помітно зменшилася кількість прихильників «жорстких» класифікацій, суворого поділу наук, що входять до системи географічних. Хоча ще раніше Д.Л. Арманд (1975) писав про необхідність виділення нерозчленованої загальної географії, що існує поряд з фізичною, економічною географією та географією населення. Однак така «нерозчленована» загальна географія цілком вкладається в класифікаційну схему С.В. Калесника. Вона відноситься до третьої групи наук, що «живляться» матеріалом природних і суспільних географічних та негеографічних наук.

Поглиблення і розширення наших знань і вдосконалення методів дослідження обумовлюють як подальшу диференціацію географічної науки, так і виникнення нових географічних дисциплін. У зв'язку з цим, склад спеціальних і загальних географічних дисциплін в перспективі може поповнюватися, особливо за рахунок прикордонних наук. З іншого боку, існують пропозиції вивести зі складу географічних наук такі прикордонні дисципліни, як геоморфологію, геоботаніку, зоогеографію та кліматологію, передавши їх відповідно до геології, біології та метеорології. Існує також думка, що гідрологія як

самостійна наука, також повинна відокремитися від фізичної географії. До складу останньої, після всіх вилучень, повинні входити власне фізична географія, палеогеографія й історична географія. Таким чином, у прихильників цього погляду, шлях розвитку фізичної географії – це подальша диференціація її на складові частини і, очевидно, подальше відділення частин і звуження об'єкта дослідження.

Нам видається, що подібне прагнення до звуження обсягу фізичної географії перешкоджає її розвитку як науки, позбавляючи її глибини, а, отже, і практичного значення. Яке практичне значення може мати фізична географія, спеціалізована по суті на підсумовуванні досягнень даних дисциплін, що відокремилися від неї і позбавлена можливості вивчати скільки-небудь поглиблено природу і закони розвитку окремих природних компонентів в їх взаємозв'язках?

Підсумовуючи можемо сказати, що сучасна фізична географія поділяється на загальну, регіональну фізичну географію і ландшафтознавство<sup>1</sup>. Природно, подальший розвиток науки, формування інтегруючих областей знань істотно скоректує навіть найдосконалішу класифікацію наук, у тому числі й географічних.

## **1.2. Об'єкт дослідження загальної фізичної географії**

Безперечним критерієм самостійності науки є наявність у неї власного об'єкта дослідження, якісно відмінного від об'єктів дослідження інших наук. Наука тоді самостійна, коли вона вивчає те, чого не вивчають інші. Інакше кажучи, кожна наука, що претендує на самостійність, повинна вивчати окрему форму руху матерії або ряд форм руху, які пов'язані між собою і переходять одна в одну.

Що ж в такому випадку повинна вивчати фізична географія? Який об'єкт її дослідження?

На жаль, нерідко представники негеографічних наук і навіть деякі географи вважають, що фізична географія втратила об'єкт свого дослідження і розділилася на ряд окремих дисциплін, які вивчають окремі компоненти природи.

Таке ставлення до фізичної географії особливо гостро відчувалося у середині ХХ століття. Недостатній увазі до фізичної географії якоюсь мірою сприяла помилкова концепція про те, що на розвиток людського суспільства природа не робить жодного впливу. Але, як справедливо зауважив Ф.М. Мільков, «ліквідатори» фізичної географії в її розвитку помітили лише одне – диференціацію та відокремлення наукових дисциплін і прогледіли інше – кристалізацію об'єкта власне самої фізичної географії, об'єкта, вивченням якого в такому обсязі, як фізична географія, не займається жодна наука. І

---

<sup>1</sup> Ф.М. Мільков (1973) розрізняє фізичну географію в широкому сенсі слова, куди включається загальне землезнавство, ландшафтознавство і всі галузеві географічні науки (геоморфологія, кліматологія, океанографія та ін.) і фізичну географію у вузькому сенсі слова, що об'єднує лише загальне землезнавство і ландшафтознавство.

хоча, на жаль, серед географів і в даний час поки що не досягнуто єдності у трактуванні об'єкта фізичної географії, в існуванні його майже ніхто не сумнівається.

Відсутність чіткості у визначенні об'єкта дослідження властива не тільки фізичній географії, а й багатьом як географічним, так і не географічним дисциплінам. Це в якійсь мірі закономірно, оскільки будь-яка наука, а, отже, і визначення її об'єкта не залишаються незмінними, а постійно розвиваються. Існуючі розбіжності у визначенні предмета фізичної географії частіше виникають тільки на термінологічній основі й лише іноді є результатом принципово різних підходів до цього питання.

Згідно до думки більшості вчених-географів ХХ століття (А.О. Григор'єв, С.В. Калесник, А.М. Архангельський, М.А. Гвоздецький, М.А. Солнцев, Н.П. Неклюкова та ін.), об'єктом фізичної географії є географічна оболонка – історично сформована, якісно своєрідна, цілісна матеріальна система, що безперервно розвивається, має свої межі, які на сучасному етапі розвитку науки поки ще недостатньо чітко з'ясовані. С.В. Калесник зазначає: «Говорячи про земну поверхню як об'єкт своєї науки, фізико-географ має на увазі не просто фізичну або математичну поверхню, а внутрішню цілісну матеріальну систему, особливу земну оболонку, що відрізняється від інших оболонок планети найбільшою складністю свого складу і будови».

Інші географи під об'єктом загальної фізичної географії розуміють географічну сферу – геосферу (О.М. Рябчиков, В.С. Преображенський), епігеосферу (А.Г. Ісаченко), географічне середовище (А.М. Смирнов), ландшафтну оболонку (Ю.К. Єфремов), ландшафтну сферу (Д.Л. Арманд), біогеосферу (І.М. Забелін), сіммісферу (Н.М. Сватков) і т.д.

Відсутня і єдність думок про зміст поняття, що визначає об'єкт фізичної географії. Деякі об'єкти вивчення за змістом близькі до географічної оболонки, інші істотно від неї відрізняються. Так, «ландшафтна сфера» у Д.Л. Арманди і «біогеосфера» у І.М. Забеліна є повними синонімами географічної оболонки. У визначенні Д.Л. Арманди підкреслюється, що фізична географія займається вивченням ландшафтів. І.М. Забелін у визначенні предмета фізичної географії прагне підкреслити важливу особливість сфери – наявність життя. Ландшафтна сфера в розумінні Ф.М. Мількова – тонкий шар географічної оболонки, що безпосередньо примикає до земної поверхні, її «біологічний фокус» потужністю 5-150 м.

Згідно О.Д. Гожеву, об'єктом фізичної географії є природа поверхні Землі як ціле. Сучасну природу земної поверхні предметом фізичної географії називає і К.К. Марков (1972, 1978). Необхідно відзначити, що ці поняття недостатньо чіткі. Чим конкретно повинна займатися фізична географія, з цих визначень не зовсім ясно. Як зазначив С.В. Калесник (1970), слово «сучасна» теж не цілком на місці, тому що у фізичної географії є галузь (палеогеографія), що займається вивченням минулого ландшафтної оболонки (хоча б заради розуміння її сучасного вигляду).



У тих випадках, коли поняття об'єкта фізичної географії за змістом та обсягом близькі між собою, сам термін великого значення не має. Однак є визначення, що принципово відрізняються від викладених вище. Так, деякі географи вважають об'єктом фізичної географії географічне середовище – середовище життєдіяльності людства.

Поняття «географічне середовище» – категорія соціально-історична. До географічного середовища слід відносити лише ту частину природи, з якою людство перебуває в безпосередній взаємодії. Межі географічного середовища змінювалися і розсовувалися з розвитком людського суспільства. Так, на ранніх стадіях розвитку людського суспільства географічним середовищем була лише частина географічної оболонки. Як зазначає К.К. Марков (1978), в даний час завдяки технічному прогресу географічне середовище вже включає в себе ближній Космос.

Географічне середовище, як об'єкт дослідження, найчастіше називають прихильники єдиної географії. Вони вважають, що на сучасному етапі географічне середовище, в результаті господарської діяльності людини, перетворилося в асоціальну категорію, розвиток якої визначається природними і суспільними законами одночасно. Так, О.Є. Фурман (1968) пише: *«Але оскільки існує єдине географічне середовище, то існує і єдина географічна наука. Економічна і фізична географія вивчають лише різні боки цього географічного середовища»*.

Ряд авторів в якості одного з доказів «єдиної» географії вказують на існування «територіальних комплексів», «комплексів географічного середовища» або «природно-економічних систем», що формуються на земній поверхні в процесі взаємодії природи і суспільства.

У радянській географічній літературі концепція єдності географії і єдності її об'єкта найбільшого розвитку отримала в роботах В.А. Анучина. На його думку, фізична і економічна географія не є самостійними науками, а представляють дві основні галузі єдиної географії (рис. 1.1). До завдань географії входить країнознавче вивчення «територіальних комплексів», які об'єднують природу, людину і виробництво. «Комплекси географічного середовища» виділяє і Ю.К. Плотніков. Він зазначає, що предмети вивчення фізичної та економічної географії не мають просторових розмежувань, тобто територіально збігаються.



Рис. 1.1. Система географічної науки В.О. Анучина

Безсумнівно, що людство входить до складу географічної оболонки, і фізична географія повинна враховувати й враховує як роль природи в житті людства, так і вплив

людського суспільства на природу. Але відомо, що людському суспільству притаманне активне ставлення до природи, характер якого залежить від соціально-економічних умов, помітно змінюється від однієї суспільно-економічної формації до іншої. Залежність людини від природного середовища знижується в міру розвитку способу суспільного виробництва. Закони, за якими розвивається людське суспільство, не залежать від природно-історичних законів, які є лише умовою розвитку суспільства.

Полемізуючи з В.О. Анучиним, дехто вважає, що зміна одного з елементів географічного середовища (від рельєфу до людського суспільства) викликає неминучу зміну інших елементів, А.Г. Ісаченко зазначає: *«Але такого “загальногеографічного” закону немає; він діє тільки в рамках природних зв'язків, бо зміна рельєфу, неминуче позначається, наприклад, на кліматі, зовсім не обов'язково супроводжується змінами в людському суспільстві, точно так само як зміна суспільних формацій аж ніяк не призводить до змін рельєфу або клімату. Цей «закон» в дійсності лише спростовує «єдину» географію».*

Деякі географи (Б.Б. Родоман, Ю.К. Єфремов та ін.) вважають найголовнішим завданням географії – створення всебічних країнознавчих описів. Це також один з аргументів на захист «єдиної» географії. З цього приводу С.В. Калесник зазначив: *«Чи не час погодитися, що географія могла бути “єдиною” лише на своїй найпримітивнішій описовій стадії? Описувати можна поєднання будь-яких природних і суспільних об'єктів і явищ (весілля і повінь, війну і комету, королів і капусту тощо.), бо опис не йде далі простої констатації фактів. Але для дослідження якісно різних явищ, їх взаємозв'язків і законів їх розвитку потрібні різні науки».* Таким чином, «єдина» географія не має такого об'єкта дослідження, властивості й закономірності розвитку якого були б одночасно специфічними і для природи, і для суспільства, а ця обставина робить ідею «єдиної» географії, на думку С.В. Калесника, неспроможною.

О.П. Ковальов (2020) навпаки, вважає, що, «по суті справи, ми маємо випадок чисто штучного роз'єднання реальності на незалежні логіки, що передбачає існування й незалежних об'єктів дослідження. І навіть після введення В.Б. Сочавою поняття про геосистему, об'єднання географії, якого слід було б чекати, так і не сталося. *«Але як можна відокремити антропізований геопростір від мінерально-біотизованого, в який він убудований? Думається, що це – анахронізм, що свідчить про штучний характер розроблених у межах фізичної та соціально-економічної географії конструктів і необхідності переосмислення окремих головних положень»* (Ковальов О.П., 2020).

Як бачимо, довгий час – десятиліттями – географи вирішували проблему «єдиної географії», сперечаючись про те, чи можна вважати фізичну і економічну географію єдиною наукою. У цій дискусії були різні аргументи і точки зору. В даний час цю дилему вирішила саме життя. Як зазначає В.С. Преображенський: *«Проблема збереження навколишнього середовища і раціонального використання природних ресурсів переводить дискусію про теоретичну можливість або неможливість існування єдиної*

географії в русло **категоричної необхідності**» географія не створить теорію, яка могла б стати основою природокористування, організованого в територіальні осередки (виробничо-територіальні комплекси), якщо вона не озброїть осіб, які приймають рішення, засобами і методами раціонального конструювання таких комплексів, яка не визначить способи контролю їх стану, стратегію і тактику виправлення тенденцій, які не влаштовують суспільство – то хто ж, яка наука це може зробити? Її доведеться створювати «на порожньому місці», як це намагаються зробити, наприклад, у формі соціальної екології (В.О. Боков, 1989) чи соціальної геоєкології (Б.М. Нешатаєв, 2014).

Економічна та фізична географія мають різні об'єкти дослідження. Але людство і природа не тільки різні, але взаємно впливають, діють один на одного, утворюючи єдність природи земної поверхні (соціоприродну органіку за О.П. Ковальовим). Люди, утворюючи суспільство, одночасно є частиною природи і ставляться до неї як частина до цілого. Географія не повинна забувати про цей системний зв'язок. Дуже добре про це сказав М.М. Баранський: *«Не повинно бути ні "нелюдської" фізичної географії, ні "проти природної" економічної географії»*. Крім того, сучасний географ повинен враховувати той факт, що природа земної поверхні вже так змінена людською діяльністю, що сучасне суспільство має узгоджувати свій вплив на природу з інтенсивністю природного процесу.

### 1.3. Поняття географічної оболонки

Загалом, більшість теоретиків географії вважають, що об'єктом загальної фізичної географії є географічна оболонка. Сам термін «географічна оболонка» дещо застарів. Географічна оболонка не є зовнішньою сферою нашої планети, як уявлялося раніше (по суті, це й не оболонка). Однак термін міцно «укорінився» у фізико-географів, він прийнятий як в шкільних, так і в університетських програмах з географії, тому немає сенсу його змінювати.

Неспроможність введення в географічну науку колосальної кількості нових термінів-сфер («ноосфера», «антропосфера», «агросфера», «техносфера», «соціосфера» та ін.), їх надуманість відмінно показав Д.Л. Арманд. Він пише, що *«людина, яка на тракторі оре колгоспне поле, сама належить до антропосфери, діє як член соціосфери, його знаряддя праці знаходиться в техносфері, а предмет праці – у агросфері»*. Всі ці сфери «наїжджають» одна на одну, є проникаючими, але охоплюють лише деякі види діяльності людини.

Спроби виділення в межах Землі особливої оболонки відомі давно. Англійський лікар і фізик Вільям Гільберт в книзі «Про магніт, магнітні тіла і великий магніт Землю» (1600 р.) поділяв Землю на «кору», з приуроченим до неї життям і «магніт», який утворює основне тверде ядро. Б. Вареніус (XVII ст.) вважав, що географія вивчає «земноводну кулю», тобто ту частину Землі, де безпосередньо стикаються земля, вода і атмосфера –

три її складові частини. Причому до землі Б. Вареніус відносив ґрунт, мінерали, рослин і тварин. Однак, знаючи про взаємопроникнення всіх цих частин, про їх взаємодію в філософському сенсі він не підозрював.

У другій половині XIX ст. вчення про географічну оболонку розробляв Ф. Ріхтгофен, який розумів під поверхнею Землі сушу, море і атмосферу в їх взаємодії.

Близько підійшов до сучасного розуміння географічної оболонки як об'єкта фізичної географії Д.М. Анучин. У 1902 р. він вказував, що таким предметом є *«Земля в її відношенні до інших світових тіл, а головне, в самій собі, особливо в її поверхні, що служить ареною діяльності різних космічних і телуричних сил, в результаті яких склалися як її атмо-, гідро-, літо- і педосфера, так і, якщо можна так висловитися, її біо- і антропосфера»*.

Найчіткіше географічна оболонка як предмет фізичної географії позначається у професора Київського університету П.І. Броунова. У своєму *«Курсі фізичної географії»* в 1910 р він писав: *«Фізична географія вивчає сучасний вигляд Землі, інакше сказати, сучасний устрій зовнішньої земної оболонки, що є ареною органічного життя, і ті явища, які в ній відбуваються ... Зовнішня оболонка Землі складається з декількох концентричних сферичних оболонок, а саме: твердої, або літосфери, рідкої, або гідросфери, і газоподібної, або атмосфери, до яких приєднується ще і четверта – біосфера. Всі ці оболонки значною мірою проникають одна в іншу і своєю взаємодією обумовлюють як зовнішній вигляд Землі, так і всі явища на Землі ... Вивчення цієї взаємодії ... становить одне з найважливіших завдань фізичної географії, що робить цей предмет цілком самостійним і відрізняє його від родинних йому предметів геології, гідрології і метеорології»*.

Великий внесок у вчення про географічну оболонку вніс академік А.О. Григор'єв, який чітко сформулював завдання фізичної географії. У 1932 р. він писав: *«Оскільки фізико-географічна оболонка земної кулі має свою особливу якість, наука повинна вивчати цю оболонку в усій її сукупності, в її діалектичній єдності. Саме цим і покликана займатися фізична географія»*.

#### **1.4. Межі географічної оболонки**

Уявлення про верхню та нижню межі географічної оболонки ще недостатньо стійкі. Такий стан на сучасному етапі розвитку науки можна визнати цілком природним, оскільки питання це вирішити складно. Безсумнівно, уявлення про параметри об'єкта фізичної географії будуть розвиватися й уточнюватися.

Більш усталеною можна вважати думку щодо верхньої межі географічної оболонки. Багато хто її положення приурочує до шару максимальної концентрації озону. Так, А.О. Григор'єв (1963), С.В. Калесник (1970) верхню межу проводять приблизно на однаковій висоті від фізичної поверхні Землі – відповідно 20-25 км і 25-30 км, тобто в

стратосфері, трохи нижче шару максимальної концентрації озону. В.І. Вернадський (1926) в якості верхньої межі біосфери також розглядав так званий озоновий екран, який, як відомо, визначає верхню межу розвинутого життя.

Іншої точки зору дотримується І.М. Забелін. Вказуючи, що найбільш правильним принципом виділення біогеосфери (географічної оболонки) потрібно вважати саме генетичний принцип (сфера виникнення життя), він проводить верхню її межу в середньому на висоті близько 10-11 км над рівнем моря. Згідно І.М. Забеліну, найбільш достовірним показником правильності такого положення верхньої межі географічної оболонки є реакція живих організмів. Вище цієї межі легені теплокровних тварин і людини не здатні засвоювати кисень з повітря, в їх організмі починається «закипання» крові та ін. Однак ця точка зору одностороння, оскільки вся увага при визначенні меж географічної оболонки неправомерно переноситься тільки на біологічний аспект, – дуже важливий, але далеко не єдиний, який необхідно враховувати при визначенні параметрів географічної оболонки.

Широке визнання отримала третя точка зору, згідно з якою верхня межа географічної оболонки збігається з тропопаузою (Д.Л. Арманд). А.Г. Ісаченко до географічної оболонки також включає тропосферу – нижні шари атмосфери до висоти 8-17 км.

Очевидно, що верхню межу географічної оболонки можна провести певною мірою умовно, оскільки вона, як і будь-яка інша межа, не являє собою якийсь миттєвий стрибок від одного стану до іншого, а швидше за все є шаром атмосфери, в межах якого відзначаються більш швидкі кількісні зміни, що призводять до якісно інших явищ. Причому в залежності від географічної широти та інших умов потужність і висота цього шару схильні до змін.

Як відомо, земна поверхня має максимальний вплив на фізичні властивості тропосфери. Повітря в тропосфері нагрівається і охолоджується в основному від поверхні Землі головним чином за рахунок турбулентного теплообміну між земною поверхнею і тропосферою, і потоку прихованого тепла конденсації, тому спостерігається закономірне зниження температури від поверхні Землі до верхньої межі тропосфери. У стратосфері ці процеси на зміну температури повітря не впливають, тому тут температура повітря підвищується в середньому на 1-2 °С на 1 км підняття (за рахунок поглинання сонячної радіації озоном – O<sub>3</sub>). Отже, з усіх шарів атмосфери тропосфера знаходиться в найбільш тісній взаємодії з земною поверхнею.

У тропосфері зосереджена майже уся водяна пара атмосфери (найважливіша умова життя), що свідчить про тісну взаємодію тропосфери й гідросфери. Крім того, більше 80% всієї маси атмосфери зосереджено в тропосфері, тобто саме тропосфера знаходиться в найбільш тісній взаємодії з іншими сферами географічної оболонки. Це дає підставу тропосферу повністю вважати складовою частиною географічної оболонки.

До географічної оболонки правомірно віднести й нижні шари стратосфери, що лежать нижче шару максимальної концентрації озону (25-28 км).

Набагато більше розбіжностей в питанні про нижню межу географічної оболонки. У вирішенні цього питання також можна виділити три основні тенденції. Одні дослідники природи за нижню межу географічної оболонки беруть нижню межу земної кори – поверхню Мохоровичича (Д.Л. Арманд, О.М. Рябчиков та ін.), або проводять її на глибині 75-150 км від поверхні літосфери, тобто по астеносфері, яка відіграє велику роль у формуванні рельєфу Землі в силу своєї підвищеної пластичності (А.О. Григор'єв).

Інші вчені нижню межу географічної оболонки піднімають значно вище. Так, І.М. Забелін нижню межу біогеосфери проводить на глибині близько 5 км під материками і 12 км під океанами, по тим горизонтам земної кори, нижче яких не поширюються органічне життя і вода в рідкому стані. Роль літогенної основи у формуванні та структурі ПТК при цьому затушовується.

Деякі вчені нижню межу географічної оболонки проводять на глибині лише кількох метрів (М.М. Сватков) або десятків метрів (С.В. Калесник, О.Є. Криволуцький). Згідно М.М. Сваткову, товщина твердої речовини географічної оболонки близька до середньої товщини шару річних коливань температури ґрунту, тобто подошва цього шару практично збігається з межею проникнення вглиб земної кори променевої енергії Сонця за рік. Він пише: *«Таким чином, в географічній оболонці – єдиному нерозривному цілому – основні процеси відбуваються за рахунок енергії одного тільки Сонця, а не Сонця і Землі»*. Підхід М.М. Сваткова до визначення нижньої межі географічної оболонки дещо односторонній, оскільки враховує лише космічні джерела енергії.

С.В. Калесник пише, що *«при врахуванні не минулих, а лише сучасних процесів слід віднести до ландшафтної (географічної) оболонки в межах літосфери тільки область гіпергенезу, яка, до речі, захоплює і осадові, і вивержені вулканічні породи»*. Зону гіпергенезу в якості нижньої межі географічної оболонки розглядають В.І. Прокаєв і О.Є. Криволуцький. О.Є. Криволуцький (1989) пише: *«більш низьке положення межі географічної оболонки позбавлене підстав, оскільки все, що знаходиться нижче зони гіпергенезу, не входить в межі кліматичного колообігу речовини й енергії і не підпорядковується закону географічної зональності»*. Отже, при вирішенні питання про нижню межу, О.Є. Криволуцький відштовхується від найважливішого закону географічної оболонки – географічної зональності (однак, зазначимо, не зональності-провінційності).

Обґрунтування меж географічної оболонки з урахуванням лише сучасних процесів є не зовсім правомірним. Географічна оболонка в сучасному вигляді – результат тривалого історичного розвитку, тому пояснювати особливості її будови, розвитку, причини її диференціації на геосистеми різного рангу і межі між ними лише сучасними процесами досить важко. Наприклад, взаємодія літосфери з внутрішніми сферами Землі обумовлює зміни в рельєфі, літологічному складі порід, що, в кінцевому підсумку веде до ускладнення і зміни диференціації географічної оболонки. Фізико-географічні країни, як

природно-територіальні комплекси географічної оболонки, виділяються насамперед на геоструктурній основі, і, якщо нижню межу якоїсь гірської країни обмежити областю гіпергенезу, значить, що у цього цілісного утворення буде штучно обірване коріння, якими воно йде в надра Землі.

Основною закономірністю географічної оболонки є не просто зональність, а зональність і провінційність одночасно. На це чітко і справедливо вказував ще О.Д. Гожев (1966), який відзначив, що немає зон природи представлених інакше, як своїми провінціями. Цю ж думку цілком обґрунтовано розділяє Ф.М. Мільков, який вважає, що природні комплекси від найвищих до нижчих є продуктом складної взаємодії зональних і провінційних закономірностей. У природі немає ні чисто зональних, ні абсолютно азональних або провінційних комплексів. Всі існуючі в природі територіальні одиниці одночасно і зональні, і провінційні (зонально-провінційні). Саме зональні (екзогенні) і азональні (ендогенні) процеси, взаємодіючи між собою, обумовлюють складну зонально-провінційну диференціацію географічної оболонки.

Отже, зональність і провінційність (азональність) – це дві сторони одного процесу і явища, і якщо зональність зумовлюється в першу чергу формою Землі, її положенням щодо Сонця, обертанням, нахилом земної осі по відношенню до площини земної орбіти, тобто космічними причинами, то провінційність обумовлюється внутрішньою енергією Землі, ареною прояву якої є літосфера. Тому виключати арену прояву ендегенних процесів з географічної оболонки навряд чи правомірно. У будь-якому випадку, нижню межу географічної оболонки проводити на глибині 10-15 м явно недостатньо, оскільки навіть характер підземних вод, що залягають іноді значно глибше, хімічний склад порід найбезпосереднішим чином позначається на фізико-географічних процесах, що протікають в ПТК, на їх морфологічній структурі.

Мабуть, значно ближче до істини підійшли Д.Л. Арманд і О.М. Рябчиков, які за нижню межу ландшафтної сфери (географічної оболонки) приймають поверхню Мохоровичича. Цю точку зору поділяє і Ф.М. Мільков, який пише, що «без урахування структури всієї земної кори неможливо уявити природу (будову й генезис) материків і океанів, цих найбільших ландшафтних комплексів Землі». Правда, Ф.М. Мільков не вважає географічну оболонку і ландшафтну сферу синонімами.

Отже, до географічної оболонки треба включати арену прояву ендегенних факторів, що відносяться по С.В. Калеснику до четвертого відділу географічного простору – підстилаючої кори. Географічна оболонка включає в себе тропосферу, гідросферу, земну кору і біосферу, пов'язані в єдине ціле обміном речовини і енергії. Її потужність 50-100 км на материках і 35-40 км на океанах.

Деякі учені (М.Б. Вассоєвич, К.К. Марков та ін.), після В.І. Вернадського, висловлюють думку, що сучасна географічна оболонка – це і є біосфера. За теорією В.І. Вернадського, межі біосфери визначаються факторами, які роблять можливим існування живих організмів. Верхню межу біосфери В.І. Вернадський пов'язував з озоновим

екраном, який затримує велику частину ультрафіолетової радіації, за нижню межу він брав шари земної кори з температурою 100°C, яка визначає нижню межу можливого життя, – 3-3,5 км нижче земної поверхні. Потужність біосфери в розумінні В.І.Вернадського становить трохи більше 30 км. Однак живі організми на Землі в дійсності не займають цей простір. Більшість живих організмів не піднімаються в атмосфері вище декількох сотень метрів. На нижній межі можливого життя з температурою до 100 °C можливе існування лише анаеробних бактерій, які виявлені в свердловинах на глибині до 4,5 км. Основне життя зосереджене на земній поверхні й поблизу неї («плівка життя»).

На думку ряду вчених, біосфера не обмежується сферою поширення живих організмів, а включає також речовину літосфери, атмосфери і гідросфери, яка зазнала глибоких змін у результаті життєдіяльності організмів і несе сліди їх існування. Але це ще не дає підстав ставити знак рівності між географічною оболонкою і біосферою, а лише є доказом тісної взаємодії і взаємозумовленості всіх сфер, які входять до складу географічної оболонки. Біосфера – складова частина географічної оболонки, – ці поняття не рівнозначні. Безсумнівно, біологічний аспект при визначенні параметрів географічної оболонки надзвичайно важливий, але далеко не єдиний, який необхідно враховувати при вивченні розвитку, речового складу, найважливіших особливостей і закономірностей географічної оболонки, взаємодії між різними її сторонами і компонентами, її взаємодії із зовнішнім світом і при вирішенні багатьох інших питань.

### **1.5. Об'єкт дослідження регіональної фізичної географії і ландшафтознавства**

Об'єктом дослідження регіональної фізичної географії виступає конкретна територія або акваторія – ділянка земної поверхні, де закономірно поєднуються і конкретно проявляються загальні географічні закономірності.

Об'єктом вивчення ландшафтознавства – галузі фізичної географії, яка досліджує найбільш дрібну диференціацію географічної оболонки (геосфери) – є географічний ландшафт, територіальна система, що характеризується певною однорідністю і закономірною цілісністю літогенної основи (геологічної будови і рельєфу), гідро-кліматичного і ґрунтового-біологічного комплексів.

Як уже зазначалося, багато вчених регіональну фізичну географію розглядають як синонім ландшафтознавства. Так, В.С. Преображенський вважає, що географічна оболонка в цілому є природним комплексом найвищого рангу, тому вивчення її як цілісного утворення цілком правомірно ландшафтознавче. На його думку, виділяти окремо в самостійні науки фізичну географію та ландшафтознавство змушує тільки традиція та необхідність всебічного ретельного вивчення геосистем різного рангу для потреб господарства. Однак, згодом, як вважає В.С. Преображенський, вивчення географічної оболонки в цілому буде завданням ландшафтознавства.



Однак є й інші точки зору. Ф.М. Мільков об'єктом ландшафтознавства вважає ландшафтну сферу – один з чотирьох шарів географічної оболонки Землі, її «біологічний фокус» потужністю від 5-10 до 100-150 м в залежності від географічної широти. Цей «біологічний фокус» на тлі трьох інших верств географічної оболонки відрізняється максимальною інтенсивністю взаємного обміну речовиною і енергією. Цей же автор вказує, що саме ландшафтна сфера являє собою зону безпосереднього контакту, прямого зіткнення і активної взаємодії літосфери, атмосфери і гідросфери (рис. 1.2).

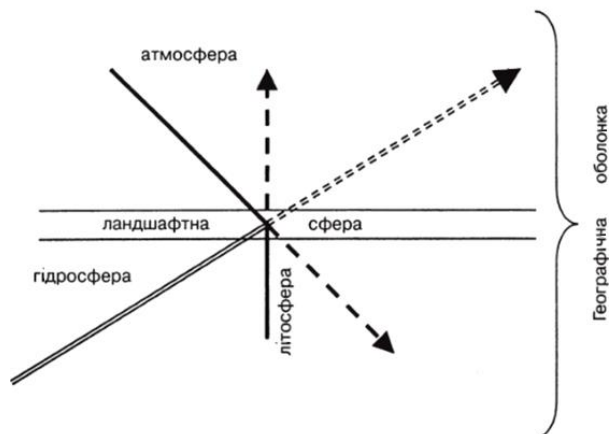


Рис. 1.2. Місце ландшафтної сфери у географічній оболонці (за Ф.М. Мільковим, 1967)

А.А. Макуніна об'єктом ландшафтознавства також вважає ландшафтну сферу, під якою розуміє сферу діяльності сучасного життя.

В системі географічних наук, якої дотримується Ф.М. Мільков, по-суті, «скасована» регіональна фізична географія як особлива наука. Вона замінена ландшафтознавством, яке повинно займатися вивченням «біологічного фокуса». Однак, розглядаючи ландшафт як ПТК будь-якого рангу і виділяючи в якості предмета ландшафтознавства ландшафтну сферу, потужністю від 5 до 150 м, Ф.М. Мільков тим самим обмежує вертикальне простягання таких великих ПТК, як фізико-географічна країна, фізико-географічна зона, цим незначної потужності шаром. А як уже зазначалося, природні країни виділяються на основі геоструктурної єдності, їх «коріння» йдуть в надра Землі. Без урахування цих особливостей не можна зрозуміти причини відокремлення країн і зон, історію їх розвитку. Пояси, які визнаються Ф.М. Мільковим в якості одиниць фізико-географічного районування, виділяються, насамперед, на основі єдності термічного фактора, повторюваності певних повітряних мас, потужність яких набагато перевищує параметри, зазначені Ф.М. Мільковим для ландшафтної сфери.

Своєрідну систему фізико-географічних наук, відповідно й інший предмет ландшафтознавства запропонував І.М. Забелін. На його думку, предметом загальної фізичної географії є біогеносфера (ідентична за змістом географічній оболонці) в цілому. Регіональна фізична географія повинна вивчати біогеносферу за окремими районами; галузеві ж фізико-географічні науки вивчають окремі компоненти. Поряд з цими трьома напрямками вивчення біогеносфери, І.М. Забелін виділяє сім самостійних географічних

наук, кожна з яких вивчає один з семи географічних комплексів біогеосфери – кліматичний, донно-океанічний, абісальний та ін. Відповідно до цієї схеми, предметом ландшафтознавства є ландшафтний комплекс, що вкриває поверхню материків, переривчастий на океанах, морях, глибоководних озерах. До нього входять приземні шари тропосфери і поверхня суші до нижньої межі сучасної кори вивітрювання, тобто в середньому потужність комплексу – кількадесят метрів.

Розглянуті класифікації та погляди на предмет ландшафтознавства в даний час широкою підтримкою у фізико-географів не користуються. Найбільше визнання у фізико-географів отримали класичні погляди М.А. Солнцева (1962), К.І. Геренчука (1963) та інших дослідників, які під ландшафтознавством розуміють науку, що займається вивченням ПТК рангу «ландшафт» (в регіональному розумінні цього терміна) і їх складових частин.

Прихильники виділення з регіональної фізичної географії самостійної науки ландшафтознавства (у вузькому сенсі) обґрунтовують це тим, що ландшафт (район) займає особливе, вузлове положення в системі фізико-географічного районування. Необхідно відзначити, що таке виділення ландшафтів і ПТК нижчого рангу виявилось найбільш результативним для практичної діяльності.

У сучасному ландшафтознавстві, як і раніше, успішно розвивається структурно-морфологічний напрям, що займається вивченням морфологічної структури ландшафтів, їх генезису, питаннями їх раціонального використання та перетворення. Більш молодий напрям в ландшафтознавстві – вивчення функціональних властивостей і динаміки елементарних ПТК, як складних природних систем. Обидва ці напрямки у вивченні ландшафтів і ПТК нижчого рангу, безсумнівно, плідні, мають велике значення в господарських цілях.

Отже, до теперішнього часу ландшафтознавство, що виділилася з регіональної фізичної географії, виправдало себе, має свій предмет і свої методи дослідження і вважати його синонімом регіональної фізичної географії недоцільно.

Ще одна проблема сучасної регіональної фізичної географії – намагання підмінити об'єкт дослідження географії – геосистеми різних рівнів організації й масштабів і порушення сферичної симетрії частини земного простору як наслідок їх дії – розглядом просторового розподілу найрізноманітніших явищ. Зрозуміло, що геосистеми – це дуже складні утворення, вивчати їх – справа важка, а провести повний опис просто неможливо. Дати ж просторовий опис значно простіше. Ось *просторовість* і стала синонімом *географічності*, хоча це тільки початок такого дослідження. *«Подібні дослідження взагалі стали сприйматися як кінцева мета географії, досягнувши особливого поширення в рамках соціально-економічної географії. Так з'явилися такі дисципліни, як географія населення чи географія клімату та їм подібні. Справа дійшла до того, що пишуть про географію виборів і географію стоматологічних послуг.*

*Прищеплення школярам і студентам подібних географічних образів дуже шкодить географії, істотно принижує її цінність» (О.П. Ковальов, 2007).*

## **1.6. Предмети загальної і регіональної фізичної географії та ландшафтознавства**

Залежно від ряду обставин – рівня знань, інтересів вченого і мети дослідження – одні й ті ж об'єкти вивчаються ніби з різних сторін, причому дослідник має можливість ігнорувати окремі, нецікаві в даному випадку сторони об'єкта, щоб якомога більше виділити те, що є істотним. У таких випадках говорять про предмет дослідження – тобто ті сторони, властивості об'єкта, які становлять інтерес у зв'язку з завданнями дослідження.

Наприклад, в світлі екологічної проблематики і вчених, і господарників цікавлять такі сторони геосистем, як стійкість (по відношенню до зовнішніх впливів), пластичність (здатність переходити в інший стан без руйнування системи), саморегулювання (властивість мимовільно «прилаштовуватися» до зовнішньої обстановки) і т.п. Вони є предметом дослідження геосистем в еколого-географічному відношенні. Ті ж геосистеми можуть розглядатися й інакше: наприклад, з точки зору наявності та поєднання різновікових елементів (в історичному розрізі), балансу речовини і енергії (функціонування) і т.п. Це будуть інші предмети дослідження одного і того ж об'єкта.

Співвідношення понять «об'єкт-предмет» залежить від таких обставин:

а) мети дослідження, яка, як уже говорилося, визначає коло інтересів даного дослідження, а також ступінь детальності аналізу;

б) рівня знань про об'єкт (ступінь і детальність його вивченості), що визначає глибину дослідження;

в) парадигми науки (тобто системи уявлень про об'єкт науки в цілому, наукової платформи дослідження);

г) традиції, смаки, інші якості суб'єкта дослідження (вченого), оскільки наукове дослідження завжди пов'язане з пізнанням відносин суб'єкта й об'єкта.

Предмет загальної фізичної географії – закономірності будови, функціонування й розвитку географічної оболонки як цілісної системи. Останнім часом до географічної оболонки включається і людський фактор як найбільш активний компонент, який бурхливо розвивається (тоді говорять про антропосферу, ноосферу). Це робить географію лідером сучасних досліджень, оскільки географія – єдина наука, що інтегрує в собі природознавство, суспільні та частково технічні науки. Вона може розглядатися як «метанаука» (наднаука) про середовище проживання людства і закономірності спільного, розвитку – коеволюції (по М.М. Моїсєєву) природи і людства як нерозривного цілого.

Предметом регіональної географії є, як правило, закономірності просторової організації території (акваторії), обумовлені поєднанням певних географічних чинників

(широтне і довготне положення, віддаленість від меж континенту або океану, особливостей циркуляції, відносин між океаном і суходолом і т.д.) і фактора історичного, тобто умов виникнення, розвитку природи, впливу на неї господарського освоєння території.

Залежно від розвитку суспільного виробництва, перед регіональною фізичною географією, відповідно, виникають нові проблеми, що формують предмет дослідження, перш за все, проблеми наукового забезпечення природокористування. Відомий приклад – опрацювання проблем територіального перерозподілу водних ресурсів, в дослідженні яких регіональна географія брала участь.

Предмет ландшафтознавства – морфологічна структура географічного ландшафту (просторове поєднання морфологічних частин ландшафту), його функціонування (процес енерго-масообміну), розвиток ландшафту або одне з цих явищ.

#### **Запитання і завдання для самостійної роботи та самоконтролю:**

1. Яка основна особливість сучасного стану системи географічних наук? До якої групи географічних наук відноситься фізична географія?
2. Сучасні уявлення про об'єкт загальної фізичної географії. Розвиток уявлень про географічну оболонку, як про об'єкт фізичної географії.
3. Сучасні уявлення про верхню і нижню межу географічної оболонки й обґрунтування їх положення в роботах різних авторів.
4. Що вивчають загальна, регіональна фізична географія і ландшафтознавство? Чи існує «єдина» географія?
5. Яке співвідношення між географічною оболонкою і біосферою?

## **Тема 2. МІСЦЕ, РОЛЬ І ЗНАЧЕННЯ ФІЗИЧНОЇ ГЕОГРАФІЇ В СУЧАСНОМУ СВІТІ**

- 2.1. Цілі й завдання фізико-географічних досліджень
- 2.2. Значення фізичної географії в сучасному світі

### **2.1. Цілі й завдання фізико-географічних досліджень**

Цілі будь-якого наукового дослідження виникають двома шляхами:

- з потреб суспільства. Кажуть, що суспільна практика формує соціальне замовлення науці. У наш час таким соціальним замовленням є, наприклад, екологічне, регіонально-планувальне;
- з потреб самої науки. Наприклад, уявлення про самоорганізацію географічної оболонки виникло в самій географії як відповідь на питання: яким чином нежива система здатна не тільки зберігатися в умовах мінливого зовнішнього середовища, а й еволюціонувати, мимовільно вдосконалюватися?

Досить часто ці шляхи перетинаються або зливаються воєдино. Якщо вченому вдається своєчасно запропонувати наукову концепцію, актуальну для суспільства, але, разом з тим, сформульовану ним у процесі вдосконалення своєї науки, ця концепція може підпорядкувати чималі дослідницькі засоби й навіть мобілізувати значну частину матеріальних ресурсів суспільства. Так було з відкриттям ядерної енергії або можливостей дистанційного вивчення Землі.

Географія, як і будь-яка інша наука, виконує ряд функцій в суспільному розподілі праці. В античний і середньовічний час географія слугувала для опису й пояснення світобудови. В епоху Великих географічних відкриттів (тобто в кінці середньовіччя) географія набула переважно хорологічної (від грец. *choros* – простір) спрямованості, відповідаючи на питання: де і що знаходиться, чим характерне конкретне місце. Географічні знання служили дороговказом освоєння нових земель, колоніалізму, торгівлі та ін.

З розвитком капіталізму географія набула значення ресурсознавчої науки, що слугувала завданню пристосування матеріального виробництва до умов середовища чи забезпечення його ресурсами.

У всі часи географія виконувала пізнавальні функції, сприяючи правильному відображенню структури безпосередньо доступного людині світу – земної поверхні.

Нарешті, географія завжди виступала однією зі світоглядних наук: наукове географічне знання має вирішальне значення для формування правильного діалектичного розуміння природи в її безперервному русі й розвитку.

Географічне уявлення про зміни в природі, як про рух, потік який переливається з однієї форми матерії в іншу, складнішу, зовсім не означає, що явища у світі нестійкі й позбавлені певності у своєму зовнішньому вияві. Кожне явище має власну якість, тобто істотні риси, які відрізняють його від інших явищ, причому якість є об'єктивна категорія, яка зумовлює теж цілком об'єктивну різноманітність світу. Але разом з тим, всяка якість мінлива і має кінець. Ось чому, кажучи про елементи і складові частини географічної оболонки Землі, не можна вкладати в ці поняття статичного змісту.

Коли все змінюється і тече, то й географічна оболонка Землі, яка являє собою складний комплекс предметів і явищ природи, що перебувають у постійній взаємозумовленій взаємодії, весь час змінюється і набуває нових якостей. Взаємодія елементів географічної оболонки, що розглядається у плані безперервних змін як самих елементів, так і характеру взаємодії (структури), отримала назву «єдиного фізико-географічного процесу» (А.О. Григор'єв), який ми часто називаємо простіше «географічним процесом» чи «геопроесом». Деякі автори заперечують такий термін, бо при його вживанні ніби створюється враження, що географічна оболонка виникає під впливом якогось процесу чи взагалі має лише один процес, а насправді їх дуже багато. Однак це заперечення необґрунтоване. Процес життя, наприклад, складається з багатьох окремих процесів: живлення, виділення, дихання, росту, відмирання і т.п., але

завдяки тому, що вони взаємно пов'язані, то у сукупності й становлять єдиний складний процес.

Окремі процеси, що беруть участь у створенні географічної оболонки, теж утворюють певну єдність. Різноманітність і єдність тут нерозривні. Якщо географічна оболонка зазнає змін і вони з часом приводять до нового зовнішнього вигляду оболонки, то у нас є підстави казати, що зміни (географічний процес) формують оболонку, що географічна оболонка є зовнішній відбиток, форма виявлення географічного процесу. Подібно до того, як у вченні акад. В.Р. Вільямса всякий тип ґрунту є виявленням єдиного ґрунтотворного процесу. Отже, географічна оболонка і геопроцес нерозривні. Геопроцес є спосіб існування географічної оболонки, її найважливіша і невід'ємна властивість. І якщо об'єктом загальної фізичної географії є географічна оболонка, то головним теоретичним завданням географії є вивчення складного географічного процесу, тобто вивчення географічної оболонки в її неперервному русі.

Справа ускладнюється також якісними змінами, що їх зазнають окремі компоненти географічної оболонки в процесі свого розвитку. Кількісні й якісні зміни у складі компонентів географічної оболонки в просторі й в часі зумовлюють зовсім інші їх сполучення, змінюють структуру географічної оболонки й надають їй у цілому нових властивостей. Звідси стає зрозуміло, що одним з основних завдань фізичної географії, крім вивчення складу географічної оболонки – окремих її компонентів (у чому велику допомогу географії дають інші науки), є вивчення структури цієї оболонки, тобто характеру зв'язків між її компонентами (отже, і між окремими процесами), бо саме структура й створює специфічну якість як оболонки в цілому, так і окремих її ділянок (С.В. Калесник). Два архітектори, користуючись однаковими матеріалами, можуть збудувати два будинки у зовсім різних стилях. Географ вивчає вже готову, природою створену структуру, щоб, пізнавши її закономірність, людство потім мало змогу змінювати (в ідеалі – оптимально регулювати) її відповідно до своїх господарських потреб.

Дослідження структури немислиме без з'ясування причин і способів її утворення, а також без з'ясування закономірностей її розвитку, що також є метою фізичної географії. Отже, фізична географія – це наука про структуру географічної оболонки Землі та про закони формування, просторового розподілу та розвитку цієї структури.

## **2.2. Значення фізичної географії в сучасному світі**

Корінні зміни змісту, спрямованості, місця фізичної географії відбулися відносно недавно – вже в космічну еру, яка є початком епохи науково-технічного прогресу (НТП). Космічні дослідження показали складність структури земної поверхні й необхідність залучення географічних знань, отриманих раніше, для пояснення її картини. Тут же стала очевидною недостатність знань про земну поверхню. Виникло космічне

землезнавство, що стало основою вивчення природи земної поверхні з космосу. Мало хто, напевно, замислюється над тим, що більша частина коштів, які використовуються на освоєння космосу, витрачається на розвиток космічного землезнавства (в широкому сенсі) (Боков В.О., Черваньов І.Г., 1989).

Дослідження з космосу показали недостатність знань про більшу частину земної поверхні – Світовий океан. Вчені тоді відзначали, що Світовий океан вивчений гірше, ніж космос. Виникла потреба в розробці комплексної географії Світового океану. Її основи закладено океанографічними і фізико-географічними дослідженнями, підсумованими в «Атласі Світового океану» (1974-1980) і багатотомному виданні «Світовий океан» (2013-2014).

Багаторічні метеорологічні спостереження, використання супутникової і океанографічної інформації для пояснення й передбачення метеорологічних і кліматичних явищ, показали необхідність розглядати систему «атмосфера – океан – суходіл» як єдину, а погоду і клімат – як її стани (миттєвий і довгостроковий або статистичний). По суті, завдяки цьому метеорологія і синоптика набули більшою мірою географічного, ніж фізичного характеру.

Зі збільшенням напруженості ситуації з природними ресурсами, загострилася проблема ресурсозабезпечення, а отже й ресурсознавча функція фізичної географії. Тут більшою мірою проявляється один з економіко-географічних аспектів соціального замовлення суспільства з наукового забезпечення нормальних умов його життєдіяльності. З вичерпанням можливостей екстенсивного розвитку господарства виникла і стала загострюватися проблема раціональної організації території, матеріального виробництва і розселення, що вилася в проблему формування територіально-виробничих комплексів (ТВК) як просторових осередків функціонування господарства. У цій проблемі зливаються зусилля фізико- та економіко-географів, а також представників інших наук, а географічне мислення стає чільним.

Зростає напруженість у використанні не тільки мінеральних природних ресурсів, а і територіальних. Територія – не тільки місце розміщення господарства і розселення людей, вона необхідна для нормального відтворення тих ресурсів, які здатні відновлюватися (якість повітря, водозбори водойм і т.д.), а також для саморегулювання якості середовища. Наприклад, в місті немає нормального відновлення середовища життя: чисте повітря і воду міське середовище отримує ззовні. Тепер на Землі є цілі комплекси міст – міські агломерації, конурбації, промислові вузли, де неможливе самовідтворення довкілля, придатного для збереження здорового життя. Вони не можуть існувати без буферних зон, часом дуже значних. Якщо розвиток людства піде далі таким же шляхом (а за прогнозами саме так і відбувається), то через певний час проблема самовідновлення середовища стане ще гострішою.

Нарешті, екологічна функція географії. Спочатку поняття охорони природи з біологічного переросло в природниче. Потім з'явилися поняття «раціональне

природокористування», «оптимізація природного середовища», «глобальна і регіональна екологія», які в сукупності визначають відносини в складній природно-соціально-технічній системі «природа-суспільство». Як справедливо зазначає відомий географ В.С. Преображенський (1986): *«В даний час, крім географії, немає жодного комплексу, в якому б одночасно співіснували природні й суспільні гілки науки, здатні спільно розглядати на територіальних об'єктах проблеми взаємодії природи і суспільства та шляхи їх вирішення ... Система географічних наук здатна ... спроектувати, перенести результати досліджень хімії, фізики, біології на реальну Землю, на Землю, де людство живе».*

Чим принципово відрізняється сучасна (іноді кажуть – нова) фізична географія від класичної, традиційної?

Перш за все, спрямованістю дослідження щодо шкали часу. Класична географія, як і історія – ретроспективна, тобто досліджує те, що вже відбулося, сформувалося раніше. У цьому сенсі географ подібний до детектива. Сучасна географія – переважно прогнозно-конструктивна наука (принаймні, має активно формуватися в цьому напрямку), тобто вона досліджує те, чого ще немає, і прагне вказати шляхи більш доцільної зміни середовища, «сконструювати» його з урахуванням певних вимог, в співдружності з соціологією і технікою створити кращі умови життя людей, підвищити (за рахунок науково-обґрунтованого використання природно-ресурсного потенціалу) продуктивність суспільної праці й в потрібній мірі регулювати (в ідеалі – зберегти) ресурсовідновні функції природного середовища.

Кожна окремо взята наука глибоко і різнобічно досліджує свою область знання безвідносно до того, що вона поєднується або переплітається з іншими. У такому розчленованому природознавстві, поряд з його головною перевагою – нескінченною глибиною пізнання конкретних явищ або більш абстрактних законів світобудови – законів механіки, фізики, хімії, біології, а також соціальних законів у зв'язку з їх впливом на природне середовище – є істотний недолік. *«Образно його можна порівняти зі знанням окремих частин годинника або телевізора. Поки їх не збереш, не навчишся керувати – рахуй або не число зубців на коліщатках механізму або номенклатуру деталей телевізора – ні той, ні інший пристрій «заговорить». Потрібен механік, який би його «оживив» (Боков В.О., 1989).*

Стосовно «поділу праці в науці» таким механіком є географія. Вона, вивчає конкретні поєднання окремих явищ в просторі, на земній поверхні і в прилеглий частині атмосфери, земної кори і Світового океану, тобто просторову організацію земної поверхні. Тільки географія сприймає природу земної поверхні цілісною і не розкладеною по полицях фізичних, хімічних, біологічних та інших законів, прагнучи виявити закони просторової організації. Географія – єдина з наук, галузей знання, представлена одночасно і в природних, і в гуманітарних, і в технічних науках. Це дає їй більше переваг і



відкриває безмежні можливості для пізнання взаємодії природи і суспільства, ландшафтів і людини, ландшафтів і техніки.

Саме на географії лежить відповідальність за правильне дослідження й відображення різноманітних поєднань природного середовища, з одного боку, і суспільного життя (включаючи і матеріальне виробництво, і умови життя людей) – з іншого. Тільки географія потенційно здатна описати і дослідити природно-технічні системи різного рівня, і об'єктивно існуючі, і ті, що формуються (а також і руйнуються) на земній поверхні.

Виникає питання: а що, якби не було географії, не з'являлися б і не формувалися виробничо-територіальні комплекси, не існували б інші форми інтеграції природи і господарської діяльності, не було б системи географічного розподілу праці? Звичайно, все це було і є, і формується практично без вирішальної ролі географів. Але скільки разів говорилося про прорахунки в освоєнні нових земель або в мобілізації нових ресурсів, в перетворенні природного середовища. Цими даними переповнений потік екологічної літератури. В чому причина?

Причина, перш за все, в емпіричності формування таких утворень, в тому, що суспільство, позбавлене теоретичного знання про цю найважливішу сферу, змушене діяти методом проб і помилок, наосліп. В цьому і вина, і перспектива розвитку сучасної фізичної географії. На запобігання посиленню цієї провини і використання можливостей географічної інтеграції знання повинен орієнтуватися сучасний географ, маючи за мету створення теорії формування і функціонування природно-технічних систем різного рангу – від географічної оболонки, Світового океану, континенту, групи країн, пов'язаних просторовою або функціональною близькістю, країни, регіону, адміністративної території або ТВК чи ПТК будь-якого рангу аж до найменших територіальних осередків інтеграції. Така теорія повинна стати основою прогнозування стихійних тенденцій, оцінки ступеня їх сприяння стану системи (звичайно, з урахуванням потреб людського суспільства). Вона повинна служити засобом спрямованого впливу на процеси функціонування з метою управління природно-технічними системами. Тут географи мають брати активну участь у прийнятті рішень.

Але це місце географії в сучасному світі швидше потенційне. Реально ні географія в цілому, ні фізична географія зокрема не мають поки ні теорії, ні вміння її реалізувати в зазначеному відношенні. Цьому мають вчитися наступні покоління географів, якщо ми хочемо реалізувати потенцію географії і повернути, навіть помножити її колишню суспільну значимість.

У кожен момент суспільство, будучи завжди обмеженим якоюсь мірою природними і трудовими ресурсами, ранжує науки щодо їх реальної можливості ці обмеження (проблеми) знімати. *«Зазвичай при цьому найбільш високо оцінюється здатність науки пропонувати такі рішення, які різко підвищують економічну або соціальну ефективність організованих видів людської діяльності, сприяють вирішенню найбільш*

*гострих соціальних та економічних проблем», – робить висновок В.С. Преображенський (1986). Відомі такі глобальні проблеми: сировинна і енергетична, ліквідація найбільш небезпечних і поширених захворювань, охорона навколишнього середовища, освоєння космосу і використання ресурсів Світового океану. Всі ці проблеми глобальні й істотно географічні. Проблемами регіонально-географічними є: опустелювання земель, підтоплення міст і осідання літосфери під ними, формування територіальної структури господарства і розселення, спрямованої зміни природи (міжбасейновим перекиданням стоку, зрошенням, осушенням) і т.п. В останні роки встановлено (Боков В.О.), що навіть проблема можливих наслідків ядерного конфлікту носить виражений географічний аспект (як встановлено на підставі моделювання, основним фактором знищення людства в разі ядерного конфлікту буде «бунт природи»: ядерна ніч, ядерна зима, глибока й катастрофічна зміна системи планетарної циркуляції атмосфери, а в цілому – руйнування всіх систем рівноваг, еволюційно налагоджених в природі регламентуючих механізмів. Все це – явища і процеси фізико-географічної природи. Від них ніяк не втекти географії, якщо вона хоче зробити свій внесок в розвиток суспільства і подолання найгостріших соціальних протиріч і конфліктів.*

Однак поки в свідомості переважної більшості членів суспільства, більшості людей, географія – це навчальна дисципліна, відповідальна за знання територіального розміщення об'єктів (гір, річок, країн, міст і т.п.) і частково за пояснення того, що вже існує. Ця функція – інформаційно-пізнавальна – важлива і залишається за географією. Але сучасна наукова географія не може не бути конструктивно-перетворювальною.

#### **Запитання і завдання для самостійної роботи та самоконтролю:**

1. Як ви відповісте на питання: Геосистема – це об'єкт чи предмет вивчення географії? Геосистема – це щось реально існуюче чи лише спосіб упорядкування реальності (тобто онтологічне або гносеологічне поняття геосистеми)?

2. Чим відрізняється географічна оболонка – планетарна геосистема – від геосистем регіонального рівня (наприклад, від континенту)? Складіть порівняльну таблицю властивостей і відносин, властивих кожному з цих об'єктів.

3. У чому тотожність і відмінність понять «географічна оболонка» і «біосфера»? «Геосистема» і «природно-територіальний комплекс»? Позначте обсяг кожного з парних понять колом зі відповідного радіусу (приблизно), а тотожність – ступенем їх взаємного перекриття. Ви отримаєте наочне уявлення про порівнянності понять (це так звана діаграма Венна). Робіть так і надалі.

4. Як би ви довели важливість географії своєму опоненту, якби жили: в античні часи; в XVII столітті; в кінці XIX століття; в даний час? Які з доказів значущості географії сьогодні здаються вам архаїчними?

5. Що втратила шкільна географія в плані значущості у зв'язку з розвитком таких засобів масової інформації, як Інтернет, телебачення? А чого набула?

6. У чому, на вашу думку, географічність понять: «географія ґрунтів»; «географія туризму»; «географія футбольного чемпіонату»? Чи однотипні ці поняття?

7. У чому, по-вашому, географічність сучасної екологічної проблеми?

8. У чому спільність і відмінності фізичної та економічної географії? (Скористайтеся діаграмою Венна).

### **Тема 3. ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНИХ ІДЕЙ ТА ДОСЛІДЖЕНЬ ВІД АНТИЧНИХ ЧАСІВ ДО ЕПОХИ КАПІТАЛІЗМУ**

- 3.1. Від натурфілософії до сучасної науки: уявлення людства про Всесвіт і Землю
- 3.2. Схеми будови Всесвіту
  - 3.2.1. Гіпотези утворення Землі
  - 3.2.2. Уявлення про будову Землі
  - 3.2.3. Уявлення про розміри Землі.
- 3.3. Земна поверхня як географічне середовище людства
  - 3.3.1. Антична географія.
  - 3.3.2. Географія епохи Середньовіччя та Відродження

#### **3.1. Від натурфілософії до сучасної науки: уявлення людства про Всесвіт і Землю**

Витоки натурфілософії ми знаходимо у древніх культурних народів, таких як вавилоняни, єгиптяни й фінікійці.

У стародавньому Вавилоні (понад 3 тис. років тому) виникла сукупність уявлень про космогонію (походження й розвиток небесних тіл та їх систем у Всесвіті) та космологію (те саме стосовно будови Всесвіту як єдиного цілого). Вавилоняни вважали найважливішим світилом Місяць, але знали ще п'ять планет. Їм належить відкриття цілої низки законів, у тому числі послідовності віддаленості планет від Землі; періодичності затемнень Сонця і Місяця. Вавилоняни розробили поділ Екліптики (цей термін з'явився пізніше у греків) відповідно до знаків Зодіаку (що й досі застосовується в астрології), запровадили в практику шістдесяткову систему числення, яку покладено в основу кутової (градусної) та часової систем мір, та місячний календар, поширений у багатьох народів і донині.

Дещо пізніше, в стародавньому Єгипті, виникли пояснення деяких життєво важливих природних явищ, насамперед повеней Нілу, що траплялися залежно від положення Сонця на небі (оскільки чергування посушливих та вологих періодів у субекваторіальному поясі залежить від пори року). Це зумовило створення єгиптянами сонячного календаря. Відомий грецький географ й історик Геродот вважав, що саме єгиптяни вперше правильно визначили довжину року в добах (365,25), виділили 12 місяців однакової тривалості, ще додавали щороку 5 діб і навчилися, використовуючи календар, точно передбачати погодні зміни.

Вавилоняни та єгиптяни ввійшли в історію також як перші перетворювачі природи – меліоратори, бо вони створили системи зрошення, що функціонували протягом тисячоліть.

Фінікійці були мореплавцями та завойовниками. Їхній Всесвіт був набагато ширшим геометрично і більш прагматичним: завзяті моряки, вояки й торговці – вони шукали деревину, металеві руди – природну сировину, не цуралися й захоплювати невольників. Історики вважають, що фінікійці задовго до Гомера (тобто в доантичні часи) вже добре вміли застосовувати астрономічні спостереження для навігації; орієнтуючись за зорями, вони плавали у відкритому морі, на відміну від греків, які навіть через 1000 років плавали лише вздовж узбережжя за периклами – давніми лоціями.

На жаль, фінікійці зберігали свої знання про Землю і Всесвіт у суворій таємниці (її порушення каралося навіть смертю), тому ми знаємо про них лише в переказі греків.

### 3.2. Схеми будови Всесвіту

Першими з європейських народів, що створили системи уявлень про Землю, Всесвіт та усвідомили місце людини в світі, були греки. Саме в античні часи (VII-IV ст. до н. е.) піфагорійцями було запропоновано музично-числову систему Всесвіту (рис. 3.1а), згідно з якою планети (2) й зірки (3) оберталися навколо «Вічного вогню» (1) – уявного центра системи, що не збігався із Сонцем, котре нібито оберталось разом із планетами. Послідовність небесних тіл встановлювалась у міру віддалення від Вічного вогню: Місяць, Земля, Сонце, Меркурій, Венера, Марс, Юпітер. Відстані між планетами вважали, за Піфагором, пропорційними частотам коливань струни за інтервалами музичного звукоряду (що визначали, до речі, експериментально).

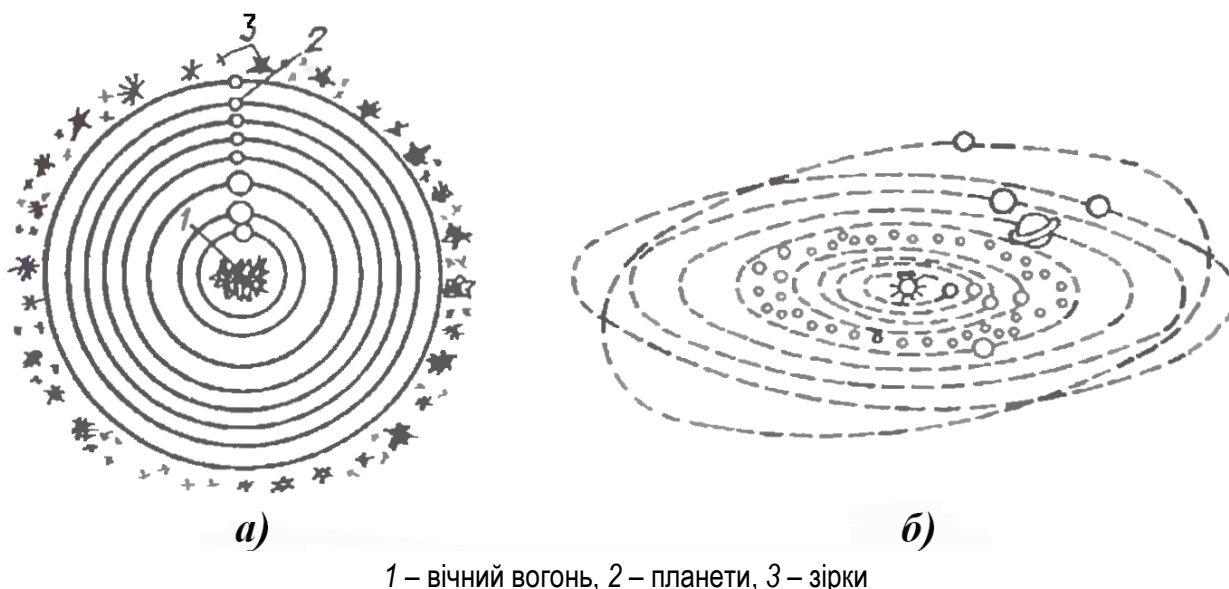


Рис. 3.1. Давні схеми будови Всесвіту (за Багров М. В. та ін., 2000)

Дещо пізніше виникли геоцентрична та геліоцентрична (рис. 3.1б) моделі Всесвіту.

За геоцентричною моделлю, яку найґрунтовніше розробив Аристотель (III ст. до н. е.), сферична Земля була розташована в центрі Всесвіту, а інші небесні тіла – планети й зоряний світ – оберталися навколо Землі разом із кришталевими сферами, кожна з

яких рухалась окремо. За Аристотелем, таких сфер, «укладених» одна до одної, було аж 56! Інакше він не міг пояснити, як кожне з небесних тіл рухалось окремо від інших (ще не було відкрито закон всесвітнього тяжіння – це станеться лише 1500 років).

З часом геоцентричну систему щоразу вдосконалювали. Перший учень Аристотеля Гіппарх відмовився від кристалевих сфер, вирішивши, що небесні тіла перебувають в ефірі. Зауважимо, що саме він склав астрономічні таблиці руху небесних тіл, які через три століття були вдосконалені олександрійським астрономом Клавдієм Птолемеєм, і які дійшли до нас. Птолемея також вважають одним із творців геоцентризму.

Геоцентризм, як одна зі схем будови Всесвіту, має вагоме значення, оскільки він став основою натурфілософської, а потім християнської доктрини, тобто заклав підвалини системи уявлень про Всесвіт і визначальне місце в ньому людини (відповідно до чого Земля мала бути центром Всесвіту). Як наслідок виникла теорія антропоцентризму, що дістала втілення в християнстві й сучасних світоглядах європейських та деяких інших народів.

На відміну від типових уявлень, начебто геліоцентризм прийшов на зміну геоцентризму як певна перемога розуму над релігійним мракобіссям Середньовіччя, слід зазначити, що геліоцентризм виник майже водночас з геоцентризмом (навіть ще й раніше) у давній Греції. Один із учнів славнозвісного Платона в IV ст. до н. е. збагнув: якщо розмістити у центрі Всесвіту Сонце, то розуміння орбіт інших небесних тіл спрощується. Дещо пізніше Аристарх Самоський (IV-III ст. до н. е.) обґрунтував геліоцентризм як систему Всесвіту, але його вчення до нас не дійшло.

Найбільш гостро суперечності між гео- та геліоцентризмом виявилися близько 500 років тому, коли М. Коперник у виданому посмертно творі довів, що небесні тіла обертаються навколо Сонця (саме на той час у Європі панувала офіційна доктрина католицької церкви, згідно з якою Земля є центром Всесвіту). У подальшому, протягом приблизно 100 років, у зв'язку з розвитком спостережувальної астрономії та появою телескопа геліоцентризм не лише остаточно укріпився як астрономічна догма, а й набув світоглядного значення. Втім, у астрономії лишилися деякі елементи геоцентризму, наприклад згадані вже астрономічні таблиці, складені Птолемеєм, і досі слугують для розрахунку орбіт небесних тіл.

Принциповим для опанування людиною Всесвіту за межами Сонячної системи стало вчення Джордано Бруно, в якому йшлося про велику кількість зоряних світів – галактик, тобто, завдяки Дж. Бруно, контури Всесвіту було істотно розширено. Протягом наступних чотирьох століть стало відомо – зоряний світ такий величезний, що його не можна охопити людською уявою: лише галактик налічують близько  $10^8$  одиниць. А не так давно було доведено, що саме є меншою частиною маси космічної речовини; а її більшу частину складають елементарні частинки, переважно нейтрино, невидимі, але водночас всюдисущі.

### 3.2.1. Гіпотези утворення Землі

Однією з перших відомих космогонічних гіпотез була гіпотеза Р.Декарта (1644 р.), що ґрунтувалася на фундаментальних властивостях матерії – протяжності та руху у просторі й часі. Це добре описується математично, тому Р. Декарт стверджував: *«Дайте мені протяжність та рух, і я побудую Всесвіт»*.

Розуміння загальних фундаментальних властивостей матерії – протяжності в просторі й часі – набуло принципового значення як основа нової філософії картезіанства, що правила за базис діалектики, й заклала підвалини сучасних уявлень про Всесвіт.

У численних підручниках зазначено, що Всесвіт безмежний та нескінченний у просторі й часі. Насправді ці твердження нині вважають безпідставними, бо завдяки сучасним дослідженням фізиків-теоретиків доведено такі положення теорії Всесвіту:

Всесвіт безмежний, але ж не нескінченний;

відбувається розширення (розбігання) галактик, тобто кожна з них віддаляється водночас від усіх інших, про що свідчить червоне зміщення спектрів випромінювання зірок (за ефектом Доплера це відповідає віддаленню джерела випромінювання від спостерігача);

за розрахунками, Всесвіт не є споконвічним: його вік становить близько 18 млрд. років.

Отже, за сукупністю цих ґрунтовно доведених положень, Всесвіт вважають нестационарною системою, тобто такою, стан якої залежить від моменту спостереження (система, що саморозвивається).

Перші уявлення стосовно будови й утворення Землі з'явилися наприкінці XVII ст. За теорією Лейбніца, Земля утворилася з речовини, що перебувала у вогняно-рідкому стані. На жаль, цю гіпотезу не помітили вчасно. Згодом, протягом трьох століть, виникло кілька десятків гіпотез, які доречно розглядати за типами.

I. Гіпотези, за якими Сонце утворилося раніше, ніж планети Сонячної системи. В свою чергу, вони поділяються ще на дві групи.

1. Утворення планет з речовини Сонця, що якимось чином була відторгнена від нього.

2. Захоплення Сонцем сторонньої речовини (найчастіше туманності).

Найбільш ранню з гіпотез першого типу висловив математик Ж. Бюффон ще наприкінці XVIII ст., припустивши, що із Сонцем зіткнулася комета, котра виштовхнула з нього певну кількість розжареної речовини, з якої й утворилися планети.

На початку XX ст. англійський фізик і астроном Дж. Г. Джінс математично довів, що подібне явище викиду сонячної речовини мало траплятися навіть без зіткнення небесних тіл – лише через їхнє відносне наближення, що спричиняло припливоутворювальну силу, яка розривала первісне Сонце.

В середині XX ст. вітчизняний учений В.Г. Фесенков висунув гіпотезу, згідно з якою сонячна речовина була викинута з цієї зорі внаслідок прискорення її осьового обертання

(завдяки стисненню й зменшенню радіуса небесного тіла). Але цій гіпотезі суперечить надзвичайно повільне обертання Сонця навколо осі, тому згодом і сам автор від неї відмовився, натомість висунувши іншу гіпотезу – небулярну.

До гіпотез другої групи належать розробки О.Ю. Шмідта, опубліковані в 40-х роках ХХ ст. За цими уявленнями, Сонце захопило величезну масу космічного пилу й газів, що поступово набували впорядкованого обертання у вигляді чечевиці та розкладалися на окремі згустки речовини (планетезималі, тобто зародки планет), а згодом утворили окремі небесні тіла. «Ахіллесовою п'ятою» гіпотези Шмідта була розбіжність між моментами руху планет і Сонця (великого у планет і малого у Сонця) та співвідношенням мас на користь останнього, через що не можна було пояснити, як саме відбулося перенесення моменту руху від Сонця до планет.

Надалі в гіпотезах такого типу вивчалися процеси акреції – зіткнення й злипання частинок під впливом гравітаційної сили, що сприяла акреції (за І. Альвенем), та електромагнітної взаємодії, що диференціювала частинки (за Г.В. Войткевичем).

Нині такі гіпотези вважаються чи не найімовірнішими. В подальшому викладі буде використано найновішу з них – гіпотезу Г. В. Войткевича.

II. Небулярні гіпотези, згідно з якими Сонце й планети утворились із речовини туманності («небулюс» із грецької – хмаринка).

Першу наукову небулярну гіпотезу утворення Сонячної системи й Землі в її складі розроблено І. Кантом (середина ХVІІІ ст.) та П. Лапласом (кінець ХVІІІ ст.). Ці вчені використали всю сукупність знань з небесної механіки, добуті Г. Галілеєм, І. Ньютоном та Й. Кеплером. Цікаво, що І. Кант та П. Лаплас жили в різні часи, не співпрацювали, крім того, розробили дещо відмінні уявлення, але гіпотеза історично дістала назву космогонічної гіпотези Канта-Лапласа. Вона домінувала в науці аж до середини ХХ ст. доки не була витіснена сучаснішими гіпотезами О.Ю. Шмідта, А. Вайцзеккера, В.Г. Фесенкова, що згадувалися вище, та інших дослідників.

Найбільш повний варіант небулярної гіпотези, що був опублікований у 1960 р., опрацював випускник Харківського університету В.Г. Фесенков, Вченим було виділено кілька етапів утворення зірок і планет:

1. утворення туманності за рахунок викиду газу з нової або ж наднової зірки; цей процес відомий за спостереженнями астрономів;

2. утворення в туманності неоднорідностей – велетенських «ниток» та «волокнин», тобто самоутворення структурних відмінностей;

3. виникнення згущень у складі «ниток» і «волокнин» й подальше перетворення їх на небесні тіла – планети;

4. довільне зростання густини в найбільших за масою небесних тілах з виділенням теплової енергії від стискання речовини, що врешті-решт призвело до критичних температур та ядерних реакцій (у тому числі на Сонці).

### **3.2.2. Уявлення про будову Землі**

Поряд із достатньо реалістичними уявленнями про Всесвіт, власне Землю було досліджено набагато гірше. Вавилоняни зображували Землю у вигляді пагорба суходолу, оточеного з усіх боків велетенською річкою, що мала відому нам назву – Океан.

Представники мілетської школи античної натурфілософії Фалес, Анаксимандр, Анаксимен ще не вважали Землю за кулю, надаючи їй безглуздо-фантастичних обрисів: навіть у вигляді архітектурної колони, не кажучи вже про щось більш схоже на спостережуваний людиною обрис.

У IV ст. до н. е. піфагорійці виходячи із загальних міркувань висловили здогадку, що планета є кулею. Вони дотримувалися віри в гармонію Всесвіту й знали, що сфера є найбездоганнішим геометричним тілом. Звідси й походила впевненість у кулястості Землі.

Надійні докази кулястості Землі навів Арістотель. Сучасникові вони відомі з елементарного курсу географії: кругла тінь Землі на поверхні Місяця під час місячного затемнення, поступова поява корабля з-за горизонту: спочатку верхівок щогл, а далі – поступово всім корпусом, зміна вигляду зоряного неба за умови пересування спостерігача на південь чи північ тощо. Жоден із цих доказів не спростовано протягом понад 2 тисячоліть. Зазначимо, що уявлення про кулястість Землі стали продуктивним засобом упорядкування наявних знань про відносно невелику частину земної поверхні, доступну давнім географам. Так, на підставі цього було визначено поняття клімату («кліма» з грецької – кут, кут нахилу; отже, клімат – це властивість, залежна від кута падіння сонячних променів) та поясів освітлення, а згодом і теплових поясів Землі.

Потім протягом середніх віків тривав достатньо довгий період непорозумінь стосовно фігури Землі, аж доки на глобусі Мартіна Бехайма (1494 р.) Землю було зображено кулею.

Справжнім тріумфом уявлень про кулясту Землю був кінець XV ст., коли Х. Колумб запропонував досягти Індії, що розташована східніше, ніж Іспанія, в напрямку на захід (оскільки південно-східний шлях був блокований для Іспанії Голландією). Хоча Х. Колумбу досягти Індії не вдалося, одразу за тим, через 20 років, відбулося навколосвітнє плавання Магеллана, і вже надалі нікого не брали сумніви щодо кулястості Землі. Поряд із цим деякі проблеми лишалися протягом довгого часу невирішеними. Аж до Галілея не було зрозумілим, чому люди й різні речі, перебуваючи на поверхні землі, лишаються врівноваженими й не падають (бо не було розуміння того, що «верх» і «низ» різняться відносно кінців земного радіуса), а дехто й досі не розуміє, що американці або ж австралійці відносно нас ходять «догори ногами».

### **3.2.3. Уявлення про розміри Землі**

Аристотелеві належить твердження, що розміри Землі зовсім мізерні порівняно з небесними просторами. Маса Сонця має бути набагато більшою за масу Землі, а



відстань від нас до нерухомих зірок набагато більша, ніж до Сонця. Дещо пізніше Ератосфеном було запропоновано визначення розміру земної кулі через порівняння кутів падіння сонячних променів одночасно у двох географічних пунктах, що розташовані на одному меридіані. Цей факт, як і недосяжний для нащадків результат – точне визначення довжини меридіана (з похибкою, меншою ніж 2,5%) за неточним вимірюванням кута падіння сонячних променів та визначенням відстані між Сієною й Олександрією в стадіях – приблизних одиницях відстані, що застосовувалися раніше провідниками верблюжих караванів – лишається й досі загадкою.

Сучасні уявлення про розміри й особливості фігури Землі склалися на основі геодезичних вимірювань протягом XVII ст. та наступного періоду. Немалих зусиль доклали до цього видатні вчені І. Ньютон, Ж. Кассіні, А. Клеро.

Так, І. Ньютон обчислив полярне стиснення Землі, припустивши, що Земля за пружністю відповідає рідині, та дістав значення стиснення земного еліпсоїда, який обертається навколо короткої осі, того самого порядку, що було знайдено подальшим прямим вимірюванням.

Видатний французький астроном Ж. Кассіні, обробляючи дані вимірювань, дійшов протилежного висновку: за його доказами, Земля мала бути еліпсоїдом обертання, що рухається навколо довгої осі.

Наукова дискусія між англійськими та французькими вченими, так звана «суперечка між англійським помаранчем та французьким яйцем» відіграла найвидатнішу роль у формуванні й розвитку вищої геодезії. Протягом кількох десятиліть було здійснено кілька вимірювань довжини дуги меридіана в різних місцях Землі – Франції, Перу, Лапландії. Для точного вимірювання дуги на сфері було розроблено метод триангуляції (вимірювання довжини дуги за базисом і кутами у вершинах трикутників) та точні астрономо-геодезичні прилади. В результаті суттєво розширилися можливості геодезичної зйомки, оскільки триангуляція була й залишається досі основним методом визначення координат опорної геодезичної мережі, що тепер обплітає, наче павутиння, майже всю поверхню суходолу і є основою всіх наступних видів топографо-геодезичних робіт.

А. Клеро в середині XVIII ст. опрацював результати обчислень довжини дуги меридіанів й уперше застосував сферичні функції, широко відомі нині у геофізиці та інших точних науках, і створив теорію фігури Землі, запровадивши поняття гравіметрії.

Врешті-решт правильними виявилися уявлення англійців, проте можна вважати, що загальний внесок французьких астрономів у розвиток вищої геодезії перебільшив внесок англійських учених.

Сучасні знання щодо особливостей фігури Землі не відрізняються якісно від тих, що були опрацьовані А. Клеро. За допомогою супутникових вимірювань були уточнені лише особливості, деталі поверхні геоїда порівняно з еліпсоїдом обертання, що визначають гіпсометрію суходолу (тобто відхилення від поверхні геоїда по вертикалі). Це було б

неможливо без ґрунтовної роботи, проведеної в XVII-XVIII ст. французькими й англійськими вченими.

### **3.3. Земна поверхня як географічне середовище людства**

#### **3.3.1. Антична географія**

За основоположника географії, що є найдавнішою наукою про навколишнє середовище людства, вважають Ератосфена (275-195 рр. до н. е.) – видатного грецького натурфілософа, бібліотекаря Олександрійської бібліотеки (особою, котра за сучасними уявленнями прирівнюється до президента Академії наук). Саме він запровадив термін географія для визначення сукупності наукового знання про Землю та склав «Географічні нотатки», що охоплювали майже всю античну сукупність знань про людське оточення.

Ератосфен поділяв географію на дві складові – землезнавство й країнознавство. Він вважав, що у землезнавчій частині географії треба запровадити методи точних наук – астрономії, фізики, математики. В картографії він запропонував меридіани й паралелі, проводячи їх через довільні пункти.

Ератосфенові належить і перший систематичний опис території Середземномор'я, в тому числі Причорномор'я, й первісні назви географічних об'єктів (Борисфен – Дніпро, Танаїс – Дон, Скіфія, Сарматія – степова частина України, рівнинного Криму та прилеглих земель тощо), можливо, почерпнуті з карти Гекатея, що була на той час найґрунтовнішою.

На жаль, «Географічні нотатки» Ератосфена дійшли до нас лише в переказі від іншого видатного післяантичного географа Страбона, що жив у Малій Азії (64 р. до н. е. – 24 р. н. е.).

Римський учений-енциклопедист Пліній Старший (23-79 рр.) є автором 37 книг «Природничої історії», чотири з них присвячено географії. Цей твір був популярним в Європі аж до XVIII ст., визначивши через широту уявлень автора контури географії епохи Відродження.

Клавдій Птоломей (100-178 рр.) – олександрійський математик, астроном, якого вважають автором геоцентричної системи (крім того, представник династії Птоломеїв – правителів Єгипту), був іще й географом та склав «Посібник з географії». Птоломееві належить суттєвий внесок у картографію, а саме використання науково побудованої конічної рівнопроміжної проекції Птоломея, що застосовується й досі (наприклад, для оглядової карти України).

Саме Птоломей уперше розчленував географічне знання на дві різні частини: 1) хорографію, що є по суті географічним описом; 2) географію, що начебто досліджує лише кількісні відношення.

Хорографія, – писав Птоломей, – вивчає переважно якість, а не кількість – вона завжди дбає про схожість, а зовсім не про сумірність положень. Географія ж визначає

швидше кількість, оскільки вона завжди дбає про відповідність відстаней, а про схожість – лише тоді, коли зображує великі частини й загальні обриси. Хорографія аніскільки не потребує математичного методу, тоді як у географії це – найголовніша частина.

Обидві названі Птолемеєм галузі географії існують і нині, хоч оцінки їхнього змісту сьогодні були б істотно іншими: сучасна хорографія, вивчаючи місце розташування, більшою мірою використовує математичний апарат і формальні методи, аніж класична географія.

Підсумовуючи можемо сказати, що під час античного періоду розвитку географії, в ній склалися три напрями знання, які мають наскрізний характер аж до сучасності (за А.Г. Ісаченко):

1. описово-країнознавчий (або ж хорографічний у сучасному розумінні), найповніше викладений Страбоном; цей напрям є змістом сучасної гуманітарної географії й проявляється в регіональній геоекології;

2. математико-географічний (Піфагор, Гіпарх, Птоломей), що найпоширеніше втілюється в сучасній картографії;

3. фізико-географічний (Ератосфен, Посідоній, частково Страбон), що заклав підвалини вчення про географічну оболонку як цілісну систему.

Дещо деталізуючи А.Г. Ісаченка зауважимо, що антична натурфілософія дала людству певні уявлення, які мають вирішальне значення в науках про Землю в цілому, а саме:

- геоцентричну й геліоцентричну моделі Сонячної системи;
- уявлення про космос як певний порядок та про його саморозвиток;
- правильні оцінки розмірів та форми Землі.

### **3.2.2. Географія епохи Середньовіччя та Відродження.**

Середньовічне землезнавство, наслідуючи основні ідеї античної натурфілософії (насамперед ті з них, що були висловлені Аристотелем), водночас традиційно вважається посібником релігійної християнської доктрини божественного утворення Землі. Компроміс між натурфілософією та релігією (або між телеологією й теологією), що набув у ті часи найбільшої гостроти, часто призводив до втрати здобутків, накопичених в античні часи, коли наука була вільною від будь-яких доктрин.

Вважають, що в Європі аж до епохи Відродження, тобто протягом 5 століть, не відбулося будь-якого значного прогресу в розвитку географічної думки.

Дещо інша ситуація сталася в арабському світі, де досить жваво розвивалися астрономія, математика й математична географія. Нагадаємо блискучі дослідження Біруні на початку XI ст., котрий відіграв у арабському світі таку саму роль, що й Птоломей у європейському. Правителі арабських країн зазвичай були освіченими людьми, часто – видатними вченими, що змагалися між собою в мудрості й запровадженні новітніх наукових досягнень чи створенні обсерваторій або проведенні досліджень. Так, у XI ст. у

Багдаді й Дамаску було створено обсерваторії, а в Месопотамії та Сирії здійснено градусні вимірювання, що дали змогу визначити довжину екватора Землі рівним 47 325 км (це менш точно, ніж зробив Ератосфен, але з використанням більш досконалих методів вимірювань відстаней).

Бурхливий розквіт природознавства взагалі та географії зокрема спостерігається в Європі за часів Відродження – переважно з початку XV ст. У цей час розуміння довкілля надавало можливості використання природних ресурсів, а відкриття нових земель визначало добробут цілих країн. Морські держави – Великобританія, Голландія, Іспанія, Португалія – вперто змагалися між собою за оволодіння морськими просторами та заморськими країнами, тому мандрівки та експедиції вважалися загальнодержавною справою. Такими були ознаки нового суспільного ладу – капіталізму.

Мартін Бехайм із Нюрнберга наприкінці XV ст. виготовив перший з відомих нам глобусів, зосередивши на ньому знання про просторовий розподіл океанів і суходолу, а також деякі інші (навіть фантастичні) уявлення.

Кінець XV – початок XVI ст. відповідає славнозвісній епосі Великих географічних відкриттів – так званому «золотому вікові» географії. На той час завдяки подорожам і відкриттям нових земель чи шляхів до багатих місць південно-східної Азії й Америки (Колумба, Васко да Гама, Магеллана) деякі країни майже підкорили світ, поділивши його на зони впливу (що згодом закріпилося протягом епохи імперіалізму). Додамо, що навколосвітні подорожі й намагання досягти східних країн, рухаючись на Захід, можна було здійснити за умови усвідомлення двох важливих географічних концепцій: 1) кулястості Землі та 2) нерозривності Світового океану.

Під час відкриття нових земель виникла нагальна потреба їх порівняльного опису (відносно відомих територій), що привело до формування наукової картографії (Меркатор) і порівняльно-географічного методу дослідження, що його досі вважають найспецифічнішим у країнознавстві. Стали відомими закономірності атмосферної циркуляції над Світовим океаном (пояси штилю вздовж екватора, смуги західних вітрів помірних широт та східних – тропічного й арктичного поясів), а також мусонів в Індійському океані. На початку XVI ст. вже було відкрито Гольфстрім і складено першу карту течій Світового океану.

450 років тому було оприлюднено геліоцентричну систему М. Коперника (1473-1543 рр.), викладену ним у трактаті «Про обертання небесних тіл», а через 59 років – погляди геніального італійця Дж. Бруно (1548-1600 рр.), де йшлося про нескінченність Всесвіту і множинність зоряних світів.

Поряд із успіхами спостережного природознавства, що, без сумніву, оволоділо науковою думкою тієї епохи, надавши вченим можливості професійно аналізувати певні галузі досліджень (а не обмежуватися міркуваннями), величезну роль відіграв розвиток логіки (яку було започатковано Аристотелем, котрий сформулював її закони) та розробки

методології створення наукових теорій методами індукції (Ф. Бекон, 1561-1626 рр.) та дедукції (Р. Декарт, 1596-1650 рр.).

Вже на початку XVII ст. з'являються телескоп (підзорна труба), термометр, барометр, що заклало підвалини експериментально-устаткувальної бази географічних досліджень, насамперед спостережень за погодою. Крім того, барометр почали використовувати для визначення перевищень за різницею атмосферних тисків у двох точках (барометричну формулу Б. Паскаля виведено в 1648 р.).

Кінець XVI – початок XVII ст. – це час формування контурів загальної фізичної географії. У 1625 р. в Англії (Оксфордський університет) було видано працю Н. Карпентера, де було зроблено спробу поєднати відомості про природу Землі приблизно в тих контурах, що потім відтворились у підручнику Бернхарда Вареніуса та подальших виданнях: Земля як планета, розміри Землі; гідрографія, морські течії, вітри, солоність морських вод, діяльність моря, елементи геодинаміки. Деяко пізніше згаданий нами голландський вчений Б. Вареніус (який прожив лише 28 років – з 1622 до 1650 р.) написав «Генеральну географію», де визначив, що *«предмет географії – це земноводна куля... Загальна географія розглядає Землю взагалі, пояснює її властивості, не вдаючись до докладного опису країн...»*. Цю працю в багатьох країнах протягом тривалого часу використовували як підручник з географії, що визначав також структуру загальної географії.

М.В. Ломоносов (1711-1765 рр.), якого справедливо вважають основоположником вітчизняної географічної науки, в своєму творі «О слоях земных» (1763 р.) запропонував думку про безперервність змін земної поверхні, що відбуваються під впливом внутрішніх та зовнішніх сил. Він першим висловив здогад, який поділяють і сучасні дослідники, що значні за розміром форми рельєфу пов'язані з рухами земної кори не лише у вигляді землетрусів, а й повільними, поступовими, а також про закономірний зв'язок між її підняттям та опусканням. Йому також належать в цілому правильні міркування про причини вертикальної циркуляції повітря та мінливість клімату.

#### **Запитання і завдання для самостійної роботи та самоконтролю:**

1. Які міфологічні ідеї древніх народів увійшли до сучасних теоретичних основ фізичної географії?
2. Що таке антична натурфілософія?
3. Який внесок у теорію фізичної географії зробили грецькі натурфілософи?
4. Якими є перші уявлення древніх культурних народів про утворення і будову Всесвіту?
5. Які особливості геоцентричної та геліоцентричної будови Всесвіту та їх значення для формування теорії фізичної географії?
6. Яких видатних європейських та позаєвропейських вчених, котрі зробили суттєвий внесок у розвиток фізичної географії, ви знаєте?
7. Назвіть найвизначніших представників античного землезнавства та країнознавства.
8. Які принципи побудови перших схем районування Землі?
9. Схарактеризуйте стан географічної науки в епоху феодалізму.

10. Які основні передумови великих географічних відкриттів, їх роль у розвитку фізичної географії?

11. Схарактеризуйте погляди Б. Вареніуса на предмет географії.

#### **Тема 4. РОЗВИТОК ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНИХ ІДЕЙ ТА ДОСЛІДЖЕНЬ ВІД ЕПОХИ КАПІТАЛІЗМУ ДО КІНЦЯ ХХ СТОЛІТТЯ**

4.1. Географія в епоху становлення капіталізму XVIII-XIX ст.

4.2. Диференціація та інтеграція географічних знань в XIX – початку ХХ ст.

4.3. Розвиток комплексної фізичної географії у ХХ столітті.

4.4. Вітчизняні вчені – теоретики фізичної географії

##### **4.1. Географія в епоху становлення капіталізму XVIII-XIX ст.**

Друга половина XVIII ст. характеризується подальшим розвитком капіталістичних відносин в Західній Європі, зростанням числа і потужності капіталістичних підприємств. Винаходи в кінці цього століття бавовнопрядильної машини, ткацького верстата, парової машини здійснили переворот у промисловому виробництві, яке могло використовувати більше ресурсів. У результаті цього зросла увага до всебічного вивчення природних умов і ресурсів віддалених країн, куди стали організовуватися численні науково-дослідні експедиції. Удосконалюється методика країнознавчих описів, вони стають повнішими й достовірнішими. У якості меж досліджуваних регіонів фізико-географи все частіше використовують природні рубежі – річки, гори та ін. Прикладом праць цього періоду може служити робота І.Х. Гаттерера «Нариси географії» (1755).

У Росії в другій половині XVIII ст. розвитку теорії географії, появі низки наукових географічних гіпотез значною мірою сприяли академічні експедиції 1768-1774 рр., що охопили величезну територію країни. Вперше встановлюються важливі географічні закономірності, до кінця XVIII ст. закладаються основи теорії фізико-географічного районування, зокрема поділ територій на смуги (фізико-географічні зони), як це зробив німецький вчений А.Ф. Бюшінг (1724-1793). Розподіл на смуги дуже поширений в другій половині XVIII ст. – він наводиться в навчальних посібниках С. Плещеева (1786), І.Ф. Гакмана (1787) та ін. Як відзначає А.Г. Ісаченко (1971), уявлення про три широтні смуги (тундра, ліс і степ) не відповідало реальним зонам, проте відображало в загальній формі об'єктивні фізико-географічні закономірності й було прообразом зонального природного районування.

Вагомий внесок у розвиток фізичної географії вніс німецький географ і натураліст П.С. Паллас (1741-1811), який прагнув виявити взаємозв'язок органічного світу з навколишньою неживою природою. Розглядаючи природу як єдине ціле, він наблизився

до ідеї мінливості видів. На прикладі Каспію, що недавно звільнився від морських вод, він показав значення віку території для вигляду його природи. Палласа можна вважати одним з попередників О. Гумбольдта.

#### **4.2. Диференціація та інтеграція географічних знань в XIX – початку XX ст.**

Початок періоду характеризується подальшим розвитком капіталістичних відносин і затвердженням капіталізму в передових країнах, зростанням промисловості, сільського господарства й торгівлі. Це зумовило бурхливий розвиток усіх наук, підйом їх на більш високий рівень і їх посилену диференціацію. Великих успіхів досягли фізика, хімія; в біології посилено розробляли еволюційне вчення. У сфері суспільно-економічних наук відбувається відокремлення статистики, етнографії, демографії та інших дисциплін. З географії в якості самостійних наук виділяються геоморфологія, кліматологія, океанографія та ін. З геології виділяється ґрунтознавство. Єдина географія втрачала один об'єкт за іншим, натомість науки, що виділилися стали користувалися географічним матеріалом. Вони «розтягли» предмет дослідження географії. Створилася пряма загроза існуванню географії як самостійної науки.

Вихід із цього становища був знайдений лише з проникненням в науку діалектичного методу, ідей про взаємозв'язки і взаємозумовленості в природі. Цьому сприяли досягнення галузевих наук, які вивчають окремі компоненти і явища природи. Можна сказати, що досягнення галузевих наук допомогли фізичній географії знову знайти власний предмет дослідження. Велика заслуга у становленні наукової фізичної географії, обґрунтуванні її як особливої науки належить Олександрю Гумбольдту (1769-1859). О. Гумбольдт вказував на необхідність вивчення фізико-географами природних явищ в їх взаємозв'язку. Ним встановлено зв'язок широтної зональності й висотної поясності рослинного покриву і тваринного світу з кліматичними особливостями території, наголошено на необхідності всебічного вивчення окремих частин земної поверхні, як частин цілого. Однак широкого поширення ідеї О. Гумбольдта не отримали. Це пояснювалося пануванням в тогочасній науці метафізичного світогляду. Рівень розвитку природничих наук був недостатньо високий для переходу до синтезу явищ.

Кінець XIX ст. – це час переходу капіталізму до стадії імперіалізму. Цей перехід характеризується бурхливим розвитком капіталістичного господарства, вивезенням капіталу, пануванням монополій і конкуренцією їх в боротьбі за джерела сировини і ринки збуту, колоніальним розділом світу. Нові винаходи в області промисловості й транспорті та зростаюча у зв'язку з цим потреба в різних видах мінеральної сировини і палива (кольорових металів, нафти, газу та ін.), широке використання в промисловості й будівництві лісових ресурсів, впровадження капіталізму в сільське господарство сприяли широкому розгортанню комплексних досліджень природи країн. У географії в цей період особливо розвивається регіональний напрям.

Досягнення природничих галузевих наук до кінця ХІХ – початку ХХ ст. створили передумови для фізико-географічного синтезу. Однак більшість вчених-географів до цього часу ще не володіли правильною методологічною основою. У географії розгорається боротьба різних напрямків, криза науки посилюється. Їй (кризі) певною мірою сприяли успіхи й нові відкриття в галузі природничих наук, злам старих наукових уявлень (про неподільність атома та ін.). Ці відкриття поставили в глухий кут філософів і натуралістів, неозброєних правильною методологією, в географію проникають неокантівські ідеї: «Методи природничих наук номотетичні (законоположні), а методи географії та гуманітарних наук – описові».

Провідниками ідей Канта були К. Ріттер (1779-1859), А. Геттнер (1859-1941) та інші німецькі географи. К. Ріттер – автор країнознавчих монографій, присвячених Азії та Африці. Він писав про цілісність природи та наявність у ній причинних залежностей, про історичні елементи в географії, але в цілому його географія мала антропоцентричний характер і його підхід залишався ідеалістичним й телеологічним.

Великого визнання в німецькій фізичній географії отримали погляди А. Геттнера. Вважається, що німецьке ландшафтознавство мало три напрямки: відверто-ідеалістичний, формально-генетичний і пейзажний. А. Геттнер був завзятим представником відверто-ідеалістичного напрямку. Всі науки А. Геттнер ділив на систематичні (ботаніка, зоологія), історичні (історія, історична геологія) і хорологічні (астрономія, географія). Географія як хорологічна наука повинна вивчати, як і чим заповнений простір, не приділяючи при цьому уваги суті явищ, їх розвитку, тобто має бути описовою наукою. А. Геттнер вказував, що в природі не існує природних областей, регіонів, що все виділене – є суб'єктивним. *«Багато дидактиків, які з похвальною енергією ратували за те, щоб обґрунтувати викладання географії на природних областях і проголосили такі за навчальні єдності географії, вважали, що в самій природі закладено певний розподіл земної поверхні й що мова йде тільки про те, щоб правильно їх розпізнати. Це не вірно. Певних природних областей не існує ... Тому доводиться, власне, говорити не про правильні й неправильні, а тільки про доцільні й недоцільні розподіли ...»*.

Теорія А. Геттнера отримала визнання багатьох вчених. Вона ніби полегшувала вихід з кризи шляхом заперечення необхідності пошуку нових шляхів і методів в науці.

Пейзажний напрямок німецького ландшафтознавства мав суто описовий характер. Його представники прагнули охопити лише зовнішні картини, фізіономічність природи, не розкриваючи суті предметів і явищ. Робота Зігфрида Пассарге (1867-1958), видана в 1928 р, так і називалася «Описове ландшафтознавство». З. Пассарге також вважав виділення регіонів чисто суб'єктивним процесом. Він ділив земну кулю на пояси, пояси на ландшафтні області, області на ландшафти і ландшафти на ландшафтні частини. Ландшафт він розумів не як цілісну матеріальну систему, складові частини якої знаходяться в тісній взаємодії, а як результат поєднання окремих територіальних



одиниць. Регіони виділяв формально; хоча і говорив про генезис природних регіонів, але простежити історію їх формування й розвитку, внутрішні та зовнішні зв'язки в них не прагнув.

Як спробу вивести географію з кризи, можна розглядати відродження і розвиток з кінця XIX ст. «географічного детермінізму». Представники цього напрямку вважали, що особливості розвитку людського суспільства залежать від природних умов.

Змішування законів природи і суспільства перешкоджало не тільки правильному визначенню предмета фізичної географії та суміжних з нею країнознавства і економічної географії, але і розробці в кожній з них свого, специфічного методу досліджень.

Перелом у розвитку географічної науки намітився в останній чверті XIX ст. Велика увага стала приділятися комплексним дослідженням. У вирішенні проблеми фізико-географічного районування особливу роль зіграв В.В. Докучаєв (1846-1903). Він продовжив в науці напрям, намічений О. Гумбольдтом, підняв його на вищий щабель, створив струнку вчення про зональність природи.

У вченні В.В. Докучаєва провідне місце займає ідея фізико-географічного комплексу. У роботі «Наші степи колись і тепер» (1892) Докучаєв зазначав, що в природі завжди існує складний взаємний вплив одного тіла, сили, явища на інше, їх взаємодія, причому з часом взаємодія може змінюватися. Згідно В.В. Докучаєву, «тундра», «ліс», «степ», «пустеля» і т.д. не просто типи рослинності, а складні природні комплекси, де тісно взаємодіють кліматичні умови, ґрунт, рослинність, тваринний світ та інші природні чинники. В.В. Докучаєв зазначав, що зони природи охоплюють всю земну кулю, перериваючись лише в межах океанів, де виражені інші зони природи. Таким чином, В.В. Докучаєв вперше побачив у проявах зональності світовий закон. Одночасно в межах природних зон він відзначав і провінційні відмінності природних умов.

Зона, в розумінні В.В. Докучаєва, – складний географічний комплекс, всі явища живої і неживої природи якого знаходяться в тісному взаємозв'язку, взаємообумовлені. Але природа Землі не тільки зональна, а й регіональна (провінційна). Такого глибокого уявлення про зони не було у попередників Докучаєва, тому більшість географів справедливо вважають його основоположником вітчизняного ландшафтознавства, хоча ідеї В.В. Докучаєва мали великий вплив не тільки на вітчизняних, а й на закордонних географів.

Багато важливих і оригінальних ідей в комплексній фізичній географії належить видатному вітчизняному географу, професору Харківського університету А.М. Краснову (1862-1914) – учню і послідовнику В.В. Докучаєва. Він першим у вітчизняній літературі визначив географію як науку про «географічні поєднання» (комплекси). У «Лекціях з фізичної географії» (1910) він вперше виділив для всієї земної кулі ландшафтні області й смуги, описав взаємозв'язок клімату, рельєфу, ґрунтів і рослинності в їх межах. Краснову належить думка про переродження тропічних флор у флори помірних і холодних областей під впливом змінених зовнішніх умов.

Взаємозв'язок між живою і неживою природою в конкретних територіальних комплексах вперше досліджував уродженець Глухівського повіту Г.М. Висоцький (1865-1940) – учень В. В. Докучаєва, найвидатніший представник його напрямку в географії. Висоцький поряд з вивченням природних зон, багато уваги приділяв внутрізональним відмінностям, вказував на важливість вивчення для практичних цілей невеликих територіальних одиниць – «місцевостей». Він вважав, що одним з основних ознак «місцевості» є ступінь внутрішньої строкатості умов зростання рослин, тобто, по-суті, вказував на морфологічну структуру, як на основну ознаку, за якою виділяється «місцевість». Йому належить думка про створення для потреб господарства комплексних (ландшафтних) карт.

Великий внесок у розвиток вчення В.В. Докучаєва внесли також професор Таврійського (Симферопольського) університету Г.Ф. Морозов, Л.С. Берг та ін. Г.Ф. Морозов (1867-1920) – основоположник наукового лісознавства велику увагу приділяв природно-історичному районуванню території, виділенню і вивченню ландшафтів. Він писав: *«Ці природні одиниці, на які розпадається природа будь-якого місця на земній кулі, є ніби фокуси або вузли, де схрещуються взаємні впливи загального і місцевого клімату, з одного боку, рельєфу, геологічних умов, з іншого, рослинності й тваринного світу, з третього, і т.д.»*.

Згідно Л.С. Бергу (1913), предметом вивчення фізичної географії є ландшафти (завдяки йому поняття «ландшафт» і увійшло в побут фізико-географів). Правда, чіткого визначення ландшафту Л.С. Берг не дав. Під природним ландшафтом він мав на увазі області, подібні за переважаючим типом рельєфу, клімату, рослинності й ґрунтового покриву. Він відзначав, що природні зони, виділені В. В. Докучаєвим, є ландшафтними зонами.

#### **4.3. Розвиток комплексної фізичної географії у ХХ столітті**

Розвитку географічної науки великою мірою сприяло відкриття географічних факультетів при ряді університетів, організація деяких науково-дослідних географічних установ. Ці заходи стимулювали розвиток фізичної географії та ландшафтознавства.

Розвиток господарства, перебудова політико-адміністративного поділу, створення економічних районів вимагало проведення комплексних досліджень, створення ландшафтних карт. Значно зріс інтерес до проблем фізико-географічного районування. В процесі проведення ландшафтних зйомок різного масштабу було виявлено різноманіття природних комплексів різного рангу, розроблені методи детальних ландшафтних зйомок (С.С. Неуструєв, Б.Б. Полинов, І.В. Ларін, Р.І. Аболін та ін.).

В результаті досліджень географів, ґрунтознавців, геоботаніків й інших фахівців було встановлено безліч фактів, які вказували, що географічні закономірності не можна пояснювати лише з позицій зональності. Так, видатний дослідник, ботанік і географ В.Л.

Комаров (1869-1945) в межах кожного материка, крім широтних зон, виділяв по три меридіональні – дві океанічні й одну континентальну. Однак питання співвідношення зональності й провінційності в розглянутий період ще не були розроблені.

З накопиченням великого фактичного матеріалу, що поставлявся польовими дослідженнями, зростанням кадрів кваліфікованих географів радянського покоління, посилюється інтерес географів до теоретичних і методологічних проблемам науки.

Великий внесок у розвиток теорії фізичної географії вніс один з організаторів і перший голова-президент Української Академії наук В.І. Вернадський (1863-1945). Його праця «Біосфера» (1926) поклав початок новому етапу в розвитку географії. Уявлення В.І. Вернадського про сферу життя, вчення про колообіг речовини в пов'язаних між собою атмо-, гідро- і літосфері, про роль живої речовини в розвитку цих сфер стали основою вчення про географічну оболонку та нової науки – хімії ландшафтів.

Вчення про географічну оболонку та єдиний фізико-географічний процес успішно розвивалося А.О. Григор'євим (1883-1968), який важливе місце у вивченні фізико-географічних процесів відводив кількісним методам (в тому числі методу балансів).

Подальший розвиток отримує ландшафтознавчої напрямом. У 1931 р. Л.С. Берг уточнює своє перше визначення ландшафту і намагається викласти основи вчення про нього. Однак і в новому розумінні Л.С. Берга поняття «ландшафт» досить розпливчате, нечітке. До ландшафтів він відносив і конкретний регіон будь-якого рангу (Валдайська височина, Руська рівнина), і типологічні комплекси (болота, ялинники і т.д.). Слідом за Л.С. Бергом багато географів в поняття «ландшафт» стали вкладати різний зміст. Одні його вважали конкретним регіональним комплексом, інші – видовим поняттям (зандровий ландшафт, моренний ландшафт і т.д.).

Істотний внесок в розвиток теоретичних проблем комплексної фізичної географії та ландшафтознавства вніс Л.Г. Раменський (1884-1953). Його наукові праці ґрунтувалися на аналізі великого фактичного матеріалу і нових теоретичних і методологічних положеннях. У вченні про ландшафті він відстоював регіональний напрям.

Згідно Л.Г. Раменському, ландшафт складається з урочищ (здавна відомий народний термін ним вперше був введений в географічну науку), а урочища – з епіфацій, що характеризуються однаковими умовами проживання біоти і одним біоценозом. До характерних особливостей ландшафту він відносив: 1) закономірне однакове розчленування поверхні на місцезоположення відповідні їм епіфації, 2) спільність походження і розвитку всього комплексу епіфацій, 3) глибока взаємна зв'язаність, постійна взаємодія між епіфаціями, 4) загальні для всього комплексу основні закономірності (Л.Г. Раменський, 1938). Таким чином Л.Г. Раменський вперше вельми детально розробив вчення про морфологічну структуру ландшафту.

Однак не всі вчені визнають об'єктивність ПТК. Так, Е. Сава-Ковач (Угорщина) вважає, що географічний ландшафт – суб'єктивна реальність, що залежить від нашої свідомості (1966). Приблизно такої ж думки дотримується Е. Нефф (Німеччина), який

вважає, що ландшафт не існує як об'єкт, обмежений у природі, тому його неможливо правильно виявити на місцевості (1974). Прихильником цих поглядів в Україні є О.П. Ковальов.

Після Другої світової війни у фізичну географію широко впроваджуються нові методи досліджень – такі, як використання аерофотознімків, а пізніше й космічних знімків, методів математичної статистики, кібернетики, фізичних і хімічних методів та ін. Зусиллями В.І. Вернадського (1863-1945), О.Є. Ферсмана (1883-1945), Б.Б. Полинова (1877-1952), О.І. Перельмана, М.А. Глазовської, В.В. Добровольського, М.М. Єрмолаєва та інших закладено і розроблено вчення про хімію ландшафту, основним завданням якої є вивчення міграції хімічних елементів і речовини в ландшафтах та інших геосистемах:

В.М. Сукачов розробив вчення про біогеоценози, особливу увагу він приділяв обміну речовини і енергії між компонентами біогеоценозу, ролі організмів у розвитку цих систем. У Німеччині зароджується ландшафтно-екологічний напрямок в комплексній фізичній географії. Німецькі географи також виступають ініціаторами застосування таких нових методів, як моделювання, математичні, кібернетичні та ін. Методи математичної статистики в фізичній географії успішно застосовуються Т.Д. Олександровою та іншими дослідниками. А.С. Девдаріані, О.Д. Арманд та інші вчені користуються методами теорії кінцевих автоматів й іншими методами кібернетики та апарату негеографічних дисциплін. З метою вивчення функціональних властивостей і динаміки елементарних ПТК, як складних природних систем, організуються комплексні стаціонари.

У ці ж роки з'явилися спеціальні монографії, навчальні посібники, присвячені теоретичним питанням фізичної географії. У цих роботах остаточно утвердився погляд на географію як на систему природних і суспільних дисциплін, що включає як фізичну географію, так і економічну географію. У свою чергу фізична і економічна географії є комплексами самостійних дисциплін. Ведеться подальша розробка понять про ландшафт як основну одиницю фізико-географічного районування, досліджуються принципи, методи, схеми районування, еволюція основних компонентів природи, географічної оболонки в цілому і ряд інших питань.

На позиціях єдиної (двоєдиної) географії стоять багато зарубіжних учених. Так, один з авторів «Американської географії» П. Джемс пише: *«Майже всі вчені, що серйозно замислюються над питаннями про сутність географії, дійшли висновку про невід'ємну єдність цієї науки. Різного роду подвійні поділи, широко прийняті в минулому, такі, як загальна і регіональна географія, коли галузева, або коли фізична географія, протиставляється географії людини, швидше затемнювали, ніж проливали світло на справжню сутність науки. Розподіл на фізичну географію та географію людини і зараз продовжує заважати повному і рівномірному розвитку географії... Такий поділ є неприйнятним для географів, які мають справу як з людиною, так і з тим, що не є людиною (зараз зазвичай визначається терміном «природа»...), насправді існує тільки одна географія».*

Цю точку зору поділяють Д. Уїттлсі, К. Томпсон, В. Бунге й інші американські географи, які досить невизначено трактують об'єкт дослідження географії як «просторові відмінності на поверхні земної кулі». Однак «єдина» географія в США, по суті, лише декларується, насправді ж американські географи велику увагу приділяють галузевим дослідженням (вивчення атмосфери, гідросфери та ін.), розміщенню предметів на земній поверхні, їх асоціаціям, що визначає характер окремих територій. Підкреслюючи категорію простору, географи США в той же час вважають необхідним історичний підхід до вивчення предметів і явищ у всіх галузях географічних наук. Більшості робіт американських географів властива дуже практична спрямованість.

Американські географи головною вважають регіональну концепцію, а основним завданням географії – регіональні дослідження. Поняття «району» визначається на підставі показників, відібраних в залежності від цілей дослідження. У такому розумінні район не є об'єктивною реальністю, а може бути виділений і оконтурений за різними критеріями, що залежать від мети дослідження, тобто заперечується об'єктивність реального існування району, не визнається сама ідея географічного комплексу, синтезу природних явищ. Варто відзначити, що подібних поглядів дотримуються багато географів Німеччини, Канади, Австрії, Швейцарії та інших країн.

#### 4.4. Вітчизняні вчені – теоретики фізичної географії

Ще з другої половини ХІХ ст. окреслюються два основні напрями в розумінні кола окремих предметів, процесів і явищ, що разом утворюють синтетичний об'єкт географії. Звичайною проблемою, яку вважають за критерій ставлення того чи іншого дослідника до цих напрямів, є антропогеографія в широкому значенні слова – як виявлення залежності людини від географічного середовища та впливу середовища на людство та в антропологічному й соціально-географічному відношеннях. *Унітарії* відкидають антропогеографію, вважаючи її за негеографічну дисципліну взагалі й віддаючи її предмет іншим наукам – найчастіше історії, тоді як *дуалісти* вважають вивчення антропогеографії за чи не найважливішу складову саме географії. Українські теоретики-географи того часу: названий вище А.М. Краснов, а також С.Л. Рудницький та П.А. Тутковський були дуалістами.

С.Л. Рудницький<sup>1</sup> визначав географію як загальну просторову науку про Землю й цілком відносив її до системи природничих наук. Він категорично виступав проти дуалізму географії, тобто її намагання належати водночас до природничих та гуманітарних наук. С.Л. Рудницький відстоював «природничий монізм» географії, за взірць якого вважав творчість О. Гумбольдта: «...Дивлячись у майбутнє, вважаємо

---

<sup>1</sup> С.Л. Рудницький (1877-1937 рр.) – видатний географ, фундатор української національної географії, організатор і перший директор Українського географічного інституту (Харків) та його видавництва, професором кількох університетів, у тому числі Віденського, Львівського й Харківського.

географію за суто природничу науку, яка навіть людські справи повинна й мусить досліджувати природничими стислими методами». Вчений визначив місце географії та її природничий статус: «Та велика багатосторонність і різноманітність географічного матеріалу не дає змоги географію причислити ані до так званих загальних природничих наук (наприклад, фізика, хімія), ані до так званих описових (ботаніка, мінералогія) і покликуює її на центральне місце серед природничих наук».

Визначаючи об'єкт і предмет географії, С.Л. Рудницький писав: «Земля як цілісність, зокрема її поверхня – це предмет географії... Поверхня Землі – найбільш питома область географії, жодна інша наука не може відібрати в неї цієї області».

Специфікою географії є те, що «вона розглядає всі предмети й прояви земних просторів не тільки самих по собі..., а переважно в їхніх взаєминах, всебічних, загальноземних взаєминах».

Розглядаючи належність географії до так званих «простірних» (просторових) наук, С.Л. Рудницький вважав, що «в нинішній географії хорологія перебуває... в центрі географічної роботи. Він характеризував хорографію як «...багатосторонній, суто об'єктивний опис якої-небудь частини земної поверхні». Загальну географію С.Л. Рудницький називав хорологією (тобто по суті просторовою наукою, знанням про простір): «Хорологія має для географії... велику цінність, бо вона вдало поєднує абстракцію з конкретним описом так, що вони взаємно доповнюються».

Загальна географія (хорологія) абстрагує дійсні властивості предметів і явищ від випадкових їх рис і таким чином іде від поодиноких предметів до загальних понять. Вона об'єднує предмети і явища внаслідок їх спорідненості в численні категорії й виявляє їх взаємозв'язки, причини і наслідки. Якщо за певних причин спостерігаємо завжди однакові наслідки, то пізнаємо внутрішню причинність предметів і явищ та її закони. На цьому шляху загальна географія відкриває загальні закони, яким підлягає Земля як цілісність, її поверхня і все, що на ній перебуває.

Цікаво, що С.Л. Рудницький розглядає закони географії за двома групами: 1) просторові (хорологічні), або структурні; 2) генетичні (породження й розвитку). Тобто у розумінні різного походження географічних законів, С.Л. Рудницький суттєво випередив час, висловивши на початку ХХ століття думки, що їх не було опубліковано своєчасно, а стали вони зрозумілими лише в 1970-х роках.

С.Л. Рудницький по суті розглядав водночас три поверхні Землі, вважаючи, що географія «вивчає все те, що перебуває між цими трьома поверхнями»: 1) математичну (геометричну) поверхню земної кулі; 2) власне поверхню твердої та рідкої оболонки (літосфери й океану), тобто фізичну поверхню небесного тіла; 3) зовнішню поверхню атмосфери.

Фізичну географію С.Л. Рудницький поділяє на загальну (систематичну, або номотетичну), що визначає закони природи, та спеціальну (описову, ідіографічну), що ті закони використовує для пояснення географічних явищ. Друга далі не розглядається, а

перша – загальна (систематична) фізична географія поділяється на математичну, фізичну та біологічну. Фізичну географію С.Л. Рудницький вважав за найважливішу складову географічної науки взагалі. Вона, на думку вченого, *«розглядає Землю як цілісність і її поверхню з фізичного погляду»*, причому він обмежував її розглядом лише неживої природи, віддаючи живу природу до біології, а вивчення людства та його діяльності – до антропогеографії.

Фундатор українського країнознавства та географічного краєзнавства, першовідкривач багатьох географічних та геологічних об'єктів (наприклад, давніх вулканів та їхніх лав на Правобережжі) П.А. Тутковський<sup>1</sup> у своєму «Загальному землезнавстві» (1927 р.) визначає межі й основні ознаки сучасної географії, а також форму, розміри, рухи Землі, будову земної кори та окремо – морфологію земної поверхні. Крім того, ним викладено основи фізичної географії (ендогенні й екзогенні процеси) та кліматологію. Розглянуто геологічну діяльність організмів, відносини людини й природи.

Завдання географії, на думку П.А. Тутковського, пізнати обличчя Землі в його сучасному стані, в усіх його обсягах (вивчення літосфери, гідросфери, атмосфери та біосфери) з погляду розподілу сучасних фактів та явищ у просторі і їхньої генези (як бачимо, у своєму визначенні П.А. Тутковський нехтує часовою складовою географії, хоча в інших його працях розвитку та історії приділено достатньо уваги).

Отже, географічна наука пройшла тривалий шлях розвитку, в процесі якого неодноразово змінювалися і постійно уточнювалися уявлення про її предмет, зміст і завдання. Лише з накопиченням великого фактичного матеріалу, що поставляється окремими географічними науками, впровадженням наукових підходів та сучасних методів, комплексна фізична географія змогла стати справді науковою. Подання про географічну оболонку, її найважливіші особливості розвитку, закономірності диференціації на ПТК, встановлення взаємозв'язків між ними і їх компонентами, прогнозування їх розвитку, питання фізико-географічного районування й інші є вузловими в сучасній комплексній фізичній географії. Дискусійний характер багатьох з цих питань цілком закономірний, бо в даний час наука розвивається швидкими темпами, з'являються нові проблеми, відтак постійно ведеться пошук нових шляхів їх вирішення.

#### **Запитання і завдання для самостійної роботи та самоконтролю:**

1. Стан географічної науки в другій половині XIX ст.
2. Значення праць О. Гумбольдта в становленні наукової фізичної географії.
3. Які основні наукові погляди А. Геттнера?
4. Особливості німецького ландшафтознавства кінця XIX – першої половини XX ст.
5. Який загальногеографічний закон сформульовано В.В. Докучаєвим?

---

<sup>1</sup> академік П.А. Тутковський (1858-1930) – засновник і перший директор Інституту геологічних наук УАН в Києві, чи не найпродуктивніший український географом і краєзнавець – його перу належить понад дві тисячі наукових праць.

6. А.М. Краснов як основоположник конструктивної географії
7. Які основні здобутки В.І. Вернадського важливі для розвитку загальної фізичної географії?
8. П.А. Тутковський та його дуалістичний підхід до визначення об'єкта географії
9. Які основні наукові погляди С.Л. Рудницького на фізичну географію?
10. Які наукові здобутки Д.М. Соболева актуальні для сучасної загальної фізичної географії?
11. Розвиток наукових підходів у вітчизняній та зарубіжній географії фізичній географії у XX столітті.



## РОЗДІЛ 2. МЕТОДОЛОГІЯ ФІЗИЧНОЇ ГЕОГРАФІЇ

### Тема 5. МЕТОДОЛОГІЯ ТА МОДЕЛІ НАУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ У ФІЗИЧНІЙ ГЕОГРАФІЇ

- 5.1. Методологічні основи фізико-географічних досліджень
- 5.2. Моделі наукового дослідження
- 5.3. Методи фізико-географічних досліджень
- 5.4. Географічна інформація

#### 5.1. Методологічні основи фізико-географічних досліджень

Наука – це не лише результати досліджень, а й методи їх досягнення і осмислення результатів. Наука невіддільна від критичного ставлення до коректності як проблем, так і шляхів, що ведуть до їх вирішення.

Основу системи методів у фізичній географії, як і в будь-якій іншій науці, становлять методологічні принципи, що визначають загальну стратегію наукового дослідження. *Методологія* – вчення про структуру, логічну організацію, методи та засоби наукової діяльності. Основна функція методології – внутрішня організація і регулювання процесу пізнання.

Методологія науки дає характеристику компонентів наукового дослідження: об'єкта і предмета, завдань дослідження, сукупності дослідницьких засобів, необхідних для вирішення завдань такого типу, а також формує уявлення про порядок дій дослідника в процесі виконання завдань.

Методологія має певну структуру, яка виражається в ієрархічній організації наукового знання. Знання вищого рівня абстракції нерідко служать методологічною основою для більш конкретного знання. Наприклад, кібернетика і теорія систем є методологічною основою для вивчення системних об'єктів у багатьох галузях науки: біології, медицині, економіці, географії і т.д. Ба більше, сама наука перетворюється в методологічний засіб практичної діяльності суспільства.

Знання, призначене для вирішення методологічних завдань у кожній конкретній науці, можна розмежувати на дві частини: змістовну і формальну. Змістова частина включає в себе такі аспекти, як об'єкт і предмет дослідження, наукові теорії, закони, понятійний апарат, принципи підходу до об'єкта дослідження. Формальна частина пов'язана з аналізом мови науки, формальною структурою наукового пояснення, описом і аналізом формалізованих методів дослідження, зокрема, методів побудови наукових теорій, визначенням умов істинності останніх, питань типології і т.д. Між змістовною і

формальною частинами дослідження немає розриву, вони можуть функціонувати і розвиватися лише у взаємодії.

Методологія утворює кілька рівнів – від філософського до спеціально-наукового. Функцію філософської методології в цілому виконує власне філософія. Як показує досвід розвитку науки, найбільш адекватну базу для пізнання навколишнього світу дає діалектика, що орієнтує дослідника на розкриття об'єктивно існуючих законів розвитку матерії й прояв їх в конкретних явищах, що включаються в предмет даної науки.

Спеціально-наукова методологія має кілька рівнів: загальнонаукові методологічні концепції та напрями, методологію окремих наук, методику і техніку самого дослідження.

Спеціально-наукові фізико-географічні концепції стали з'являтися з другої половини ХХ століття. До них відносяться проблемно-змістовні теорії (концепція ноосфери В.І. Вернадського), універсальні концептуальні схеми (тектологія А.А. Богданова, загальна теорія систем Л. Берталанфі), методологічні концепції (структуралізм, структурно-функціональний аналіз, системний аналіз), які виступають або у вигляді дисциплін сучасної прикладної математики, або в складі жорстко організованою сукупності процедур дослідження, застосовної до широкого кола явищ.

Методологія окремої науки будується на основі загальнонаукових методологічних концепцій з урахуванням конкретної специфіки об'єкта і предмета даної науки, а також завдань, які висуває перед нею суспільна практика.

Нарешті, методика і техніка конкретного дослідження включає сукупність дій, які робляться дослідником з метою пізнання об'єкта для вирішення даного завдання, і правил, за якими здійснюються ці дії.

## **5.2. Моделі наукового дослідження**

Будь-яке дослідження – це процес, що починається від відчуттів і сприймань навколишньої дійсності й закінчується формулюванням висновків, законів і теорій, що описують структуру, динаміку та еволюцію досліджуваних систем. Порядок пізнавальних процедур буває різним як в залежності від специфіки досліджуваного, так і від індивідуальних якостей дослідника – будь-яке наукове дослідження, подібно художньому твору, індивідуальне.

Разом з тим, будь-яке дослідження містить елементи, спільні для всіх інших. Існує ніби деяка стандартна модель ходу наукового дослідження, характерна в першу чергу для природничих наук. Дослідження починається з з'ясування його мети і завдань. Подальші процедури включають ряд прийомів для досягнення поставлених завдань.

У географічних дослідженнях, як і в інших областях знання, знаходять своє відображення дві основні схеми наукового дослідження. Одна з них спирається на дедукцію, інша – на індукцію. Дедукція – це формулювання висновків логічним шляхом з декількох передумов. Наприклад, відомо, що надходження сонячної радіації залежить від

широти місця; широта зменшується від полюсів до екватора, отже, можна зробити висновок, що надходження сонячної радіації на земну поверхню в Північній і Південній півкулях відбувається однаково. Це твердження отримане без будь-яких спеціальних вимірювань, логічним шляхом. Дедуктивний підхід дозволяє апіорі (тобто до початку дослідження, без доказів) сформулювати модель уявлень (гіпотезу), яку потім підтверджують емпірично, тобто досвідом. Якщо виникає невідповідність дослідних даних і апіорної моделі, то це служить поштовхом для роздумів, змушує шукати нові апіорні моделі, нові закономірності.

Так, у середині XIX століття дедуктивно були передбачені гравітаційні аномалії, які повинні були створити Гімалаї, відхиляючи висок в сторону гір. Виявилось, що це відхилення виска, перевірене на досліді, менше ніж очікуване. Вчені Дж. Ері і Ф. Пратт запропонували дві моделі пояснення цієї невідповідності, в результаті чого виникло уявлення про ізостазію земної кори і літосфери, яке лежить в основі сучасних уявлень про залежність висот рельєфу від потужності й щільності речовини літосфери.

Дедукція є формою мислення, способом формування теорії науки, що особливо проявляється в таких галузях фізичної географії, як загальне землезнавство (балансовий метод, заснований на законі збереження енергії; прояви загальнофізичних законів: Архімеда, гравітаційного, принципів термодинаміки – в різних конкретних ситуаціях, в будові й динаміці земної поверхні і т.д.). Регіональна ж фізична географія розглядає «заломлення» загальних фізико-географічних законів в конкретно-географічній реальності (наприклад, умови формування клімату, географічної зональності в конкретному регіоні). У таких випадках думка рухається від найбільш загального до менш загального, тобто від наукової абстракції до конкретики.

Поряд з дедукцією географами використовується інший загальнонауковий спосіб отримання нового знання – індуктивний. Під індукцією розуміють формування нового знання шляхом узагальнення окремих результатів, дослідів, ситуацій, випадків. Хрестоматійний приклад індукції – відкриття Беккерелем радіоактивного випромінювання, коли вчений звернув увагу на засвічування фотопластинки без доступу світла і почав шукати шляхи пояснення цього явища. У географії індукція застосовується дуже часто. Так, при проведенні польових досліджень вчений-географ найчастіше йде по шляху узагальнення, укрупнення матеріалу: спочатку описує окремі точки спостереження, поступово встановлює закономірну залежність їх параметрів від характерних, фізіономічних властивостей місцевості (рельєфу, рослинності) і отримує можливість за цими зовнішніми властивостями заздалегідь судити про можливий стан інших, недоступних візуальному спостереженню властивостей (гідротермічні умови, ґрунтовий покрив, геохімічна міграція тощо). Це, в свою чергу, дає можливість побудувати класифікацію об'єктів і спростити подальше дослідження, замінивши велику кількість точок спостереження невеликим числом класів. Таким чином, зокрема, формується уявлення про морфологічну структуру географічного ландшафту.

Вважається, що індукція більш сприяє дослідженню незвіданих областей знання, виявлення нових закономірностей, ніж дедукція, яка «не випускає» вченого за межі відомого теоретичного багажу, визначеної парадигми (системи уявлень). З цим можна частково погодитися, адже дедукція формує певний догматизм мислення, зокрема в природознавстві (згадаємо середньовічні догмати про винятковість Землі – центру світобудови і т.п.).

Але в наукових дослідженнях ні той, ні інший логічні шляхи в чистому вигляді не використовуються. Вони більшою мірою є засобом представлення шляху дослідження, ніж апаратом отримання знання, який значною мірою пов'язаний з науковою інтуїцією, аналогією, «осянням», тобто прихованими шляхами формування припущень, які вже потім «оформляються» за певними правилами логіки. Все це в сукупності й входить у поняття «наукова діяльність», в основі якої – певний спосіб мислення (свідомої і підсвідомої діяльності мозку), що відбиває і саму реальність, і ставлення до неї індивідуума.

Дві моделі ходу наукового дослідження, в основу яких покладені описані вище шляхи, показані на рис. 5.1.

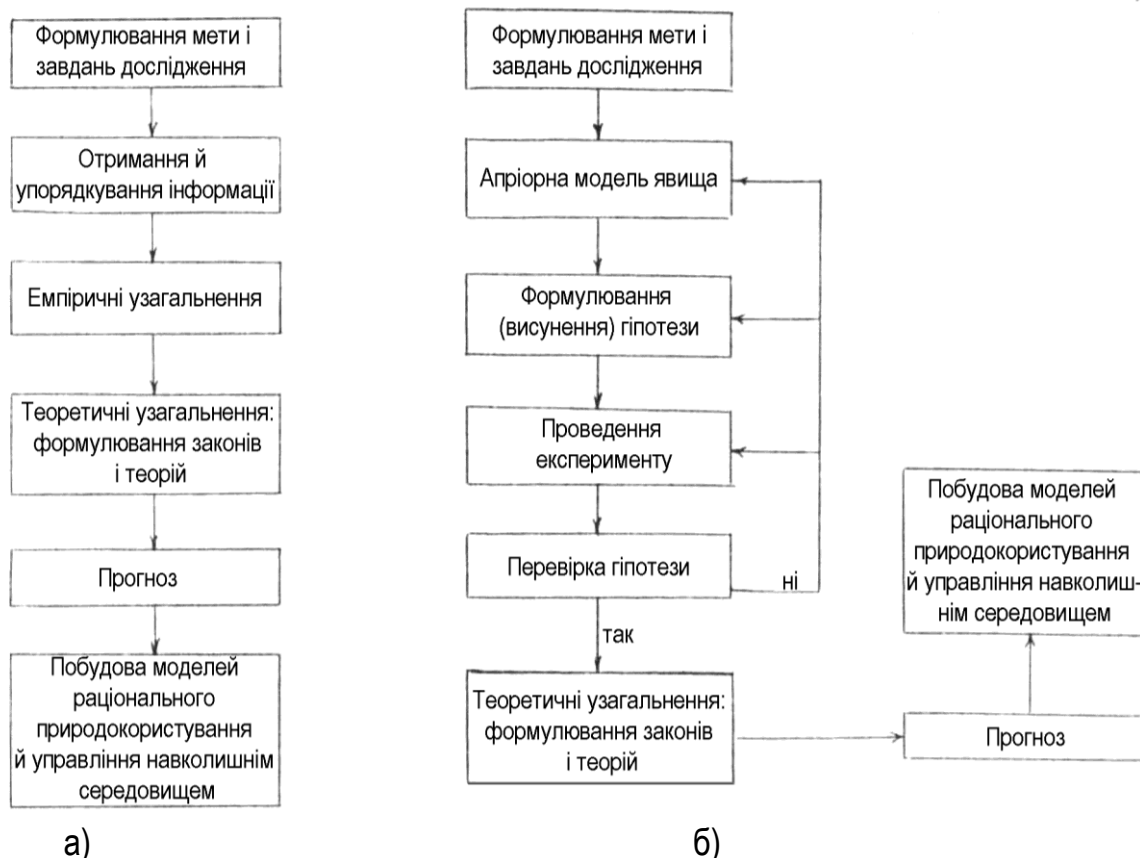


Рис. 5.1. Індуктивний (а) та дедуктивний (б) шлях наукового дослідження (Боков, Черваньов, 1989)

Однак знання описаних процедур не гарантує успіху наукового дослідження. Будь-яке відкриття являє собою вихід за межі відомого і звичного, внаслідок чого в дослідженні важливе значення мають такі форми творчого творення, як інтуїція, уява, порив думки і

т.п. Цікаво, що багато відкриттів робляться ніби випадково, в моменти, коли вчений не займається безпосередньою дослідницькою процедурою.

Звичайно, рух до нового знання через раптові, нелогічні «стрибки розуму», через інтуїцію не є, абсолютно довільним, спонтанним. Він завжди передбачає значний запас знань, досвід дослідника. Недарма кажуть, що інформація – мати інтуїції. Інтуїтивне прозріння виникає на основі великої і ретельної розробки проблеми.

Психологічним бар'єром для наукового відкриття може стати «здоровий глузд», в якому узагальнюється звичний досвід. Здоровий глузд і прийняті схеми наукової діяльності можуть як сприяти вирішенню завдання, так і заважати цьому. Останнє пов'язано з тим, що сформовані уявлення і певний стереотип мислення орієнтують на уторовану дорогу, хоча завдання дослідника якраз полягає в тому, щоб знайти новий шлях. Наприклад, розповідають про випадок, як у Відні інженер пояснював ерцгерцогу устрій трамвая. Той слухав дуже уважно, а коли інженер скінчив, ерцгерцог сказав, що не зрозумів тільки одного: де знаходиться кінь. Певною мірою аналогічна ситуація сталася в оповіданні А.П. Чехова «Лошадиная фамилия». В обох випадках відзначається невміння вийти за межі звичайних стереотипів мислення, поглянути на явище з нових позицій.

Наукове дослідження містить два рівні: емпіричний і теоретичний. Емпіричне знання, що включає етапи отримання інформації, її обробки і найпростіших (емпіричних) узагальнень передує теоретичному знанню. Воно формується в процесі безпосереднього контакту дослідника з об'єктом дослідження в ході спостережень і експериментів.

Теоретичний рівень включає різні етапи формалізації, формулювання законів і теорій, пояснення і т.п. Нове знання на цьому рівні виникає на основі різних форм міркування. На відміну від емпіричного знання, що має справу з картиною світу, побудованою на сукупності фактів, які відносяться до реальних об'єктів і найпростіших узагальнень, теоретичне знання вводить ідеальні поняття (моделі), щодо яких формулюються закони і теорії. *"Зміст законів повністю застосовний лише до модельних об'єктів і відображає необхідні й стійкі зв'язки, які виявляються в чистому вигляді лише в світі моделей"* (Боков, Черваньов, 1989). Теорія, так само як і модель, не узгоджується точно з усіма фактами конкретної ситуації.

Ідеальні поняття (моделі) є відбитком, подобою реальності й конструюються дослідником з деякого набору властивостей емпіричної картини, шляхом абстрагування від тих властивостей, які розцінюються як другорядні. Прикладами ідеальних понять є: земна куля, еліпсоїд обертання, геоїд, солярний клімат, ландшафт, геосистема і т.п. З ідеальними поняттями широко знайомлять шкільні курси математики і фізики: точка, лінія, поверхня, ідеальний газ, абсолютно чорне тіло і т.д. Добре відомо, що в природі таких об'єктів не існує. Однак ці поняття відображають істотні сторони реального світу, вони зручні як дослідні моделі й тому є абсолютно необхідними елементами наукового знання.

Фахівці з історії науки вважають, що тільки досягнення специфічного рівня абстрагування, рівня оперування не з самими емпіричними об'єктами зовнішнього світу, а з їх ідеальними прообразами (моделями), дозволило виникнути науковому знанню в Стародавній Греції в IV-V століттях до н.е. І в той же час в Єгипті, Месопотамії, Індії, Китаї, Центральній і Південній Америці в умовах високої культури і величезного багатства виробничих навичок і знань наука у власному розумінні не виникла. Причиною цього був суто технологічний підхід, який панував в названих країнах чи регіонах.

В ідеалізованому вигляді, повний цикл географічного дослідження може включати чотири етапи, що слідує один за іншим (з деяким перекриттям) і повтореннями на якісно новому рівні: опис, пояснення, прогноз, управління.

Опис полягає у виборі тих показників, які необхідні для якісної і однозначної характеристики досліджуваного об'єкта, розробки програми експерименту (способу отримання необхідної інформації), способу збору й обробки інформації, її подання, зручного для подальших дій. Опис проводиться на природній мові за допомогою карти (системи карт), системи кількісних показників або формалізованою мовою, спеціально розробленою для опису явищ певного типу. Для упорядкування описів використовуються спеціально створені геоінформаційні системи (банки даних, інформаційно-пошукові системи), де переважно відображаються чисельна і логічна інформація.

Пояснення – це розробка гіпотез, моделей (концептуальних, тобто словесних, логіко-математичних, кібернетичних та ін.), призначених для встановлення взаємозв'язків між явищами, характерними для даного об'єкта; виявлення впливів на нього ззовні, а також походження, віку, механізмів саморегулювання, необхідних для розуміння суті процесів, які спостерігаються зараз, відбувалися в минулому або можуть виникнути з певною часткою ймовірності в майбутньому. Для пояснення використовується матеріал опису. У разі, якщо в процесі пояснення матеріалів опису виявилось недостатньо, опис доповнюється або повторюється знову. Ці два види наукової діяльності певною мірою перекривають один одного в часі.

Прогноз – це вироблення суджень про майбутні стани об'єкта на підставі опису минулих і поточного станів. Для прогнозу використовують найрізноманітніші методи і прийоми, зокрема аналогію (вибір і доказ подібності двох явищ, одне з яких є об'єктом прогнозування, а друге краще вивчене в цьому відношенні), експертизу (думка фахівців) і особливо моделювання. Досить часто для прогнозування використовують кібернетичні або імітаційні моделі, які дозволяють певною мірою відтворити досліджуване явище (систему) у вигляді комп'ютерної моделі, зробити з нею експеримент (створити чи імітувати певні дії, які можуть виникнути в майбутньому або мали місце раніше) і оцінити той ефект, до якого вони призведуть. Прикладом такого прогнозу є система «Гея», на основі якої, зокрема, розроблений прогноз зміни глобальної екологічної ситуації в умовах ядерного конфлікту (Боков, Черванов, 1989).

Управління служить засобом спрямованого впливу на географічні системи з метою уникнення несприятливих ситуацій в майбутньому або усунення несприятливих наслідків впливів чи перетворень, що мали місце раніше. Найбільш поширеними прикладами управління природним середовищем є меліорація земель, тобто управління їх водно-тепловим балансом, розробка заходів запобігання негативному впливу великих господарських проектів, освоєння нових земель, формування територіально-виробничих комплексів. Останнім часом все частіше елементи управління географічним середовищем включаються в проектні розробки при створенні атомних електростанцій, каналів, трубопроводів, оскільки практика показала недостатність врахування наслідків впливу цих заходів на середовище і великих економічних збитків, які через це виникають. За оцінками зарубіжних фахівців, в розвинених країнах на усунення наслідків несприятливого господарського впливу на середовище вже зараз потрібно 3-4% національного доходу.

Якщо не відбудеться якісних змін в природокористуванні та охороні середовища, то в подальшому витрати на відновлення середовища, перш за все, ресурсо- і середовищевідновлювальних функцій географічного ландшафту, ще більше зростуть. Вихід тут може бути тільки один: навчитися нейтралізувати побічні дії матеріального виробництва та інших видів господарської діяльності з тим, щоб не тільки не погіршувати стан географічної оболонки і менших геосистем, але навіть сприяти їх поліпшенню.

З цією метою в даний час здійснюється екологічна експертиза проектів різних споруд, видів господарської діяльності, призначена для запобігання негативного впливу на середовище. Але це не межа, є реальні можливості не тільки уникнути такого негативного впливу, а й отримати суттєвий позитивний результат, до чого, власне кажучи, і зобов'язує саме поняття «меліорація», географічне по суті. Географи активно розробляють понятійний апарат і методи географічної експертизи.

Перераховані чотири етапи географічного дослідження утворюють дві логічно протилежні групи. Опис і пояснення відносяться до області ретроспективного вивчення об'єкта, тобто несуть функцію пізнавально-пояснювальну. Велика частина робіт географічного змісту замикається на вирішенні ретроспективних завдань. Однак в сучасну епоху суспільство все більшою мірою хвилює майбутнє: наскільки придатною для життя буде середовище, який ступінь ризику опинитися без тих чи інших природних ресурсів і т.д. Ці завдання значною мірою здатна вирішувати нова фізична географія, якщо вона освоїть і візьме на озброєння прогнозування й наукове забезпечення управління станом середовища і природних ресурсів.

### **5.3. Методи фізико-географічних досліджень**

**Метод спостереження.** Перш за все, розглянемо класифікацію спостережень (рис. 5.2). Вони розрізняються за характером контактів дослідника з об'єктом. У цій системі

методів особливе місце займають космічні методи. Їх перевага – велике охоплення території, широкі можливості для стеження за природної динамікою.



Рис. 5.2. Класифікація спостережень (Боков, Черваньов, 1989)

Відмінності між польовими і непольовими (камеральними) спостереженнями не абсолютні, навіть має місце стирання відмінностей між ними. Це стало особливо помітно в останні десятиліття в зв'язку з технічним переозброєнням, широким поширенням дистанційних способів спостереження, значним збільшенням частки стаціонарних досліджень, в процесі яких матеріал відразу ж піддається обробці й узагальненню. Цьому ж сприяє розвиток комп'ютерних систем і технологій, якими оснащуються дослідні кораблі, пересувні лабораторії, стаціонари та інші системи спостережень. Ще більш яскраво цей процес просунутий в автоматизованих системах збору та обробки інформації (геоінформаційних системах).

І все ж, при вирішенні багатьох завдань, польові спостереження використовуються в класичному вигляді. Такі спостереження – це, перш за все, контакт з реальним об'єктом. Перевага польового спостереження полягає в безпосередньому зв'язку між постановкою питання і процедурою його перевірки в ході контакту з об'єктом дослідження. Польові спостереження вимагають значних фізичних сил, вправності, особливої професійної пильності й вміння бачити і відразу ж осмислювати явища. Не секрет, що свої кращі якості дослідник-географ проявляє саме при роботі в польових умовах, а практично всі видатні географи були чудовими польовими дослідниками.

Серед методів дослідження географічні спостереження займають вагомe місце. Але це все ж таки пасивні методи, які мають певні обмеження з точки зору можливостей отримання нової інформації. Сьогодні все більш широке застосування знаходять активні методи дослідження – експеримент і моделювання. Класифікація методів отримання інформації з точки зору характеру взаємодії дослідника і об'єкта дослідження, наводиться на рис. 5.3.



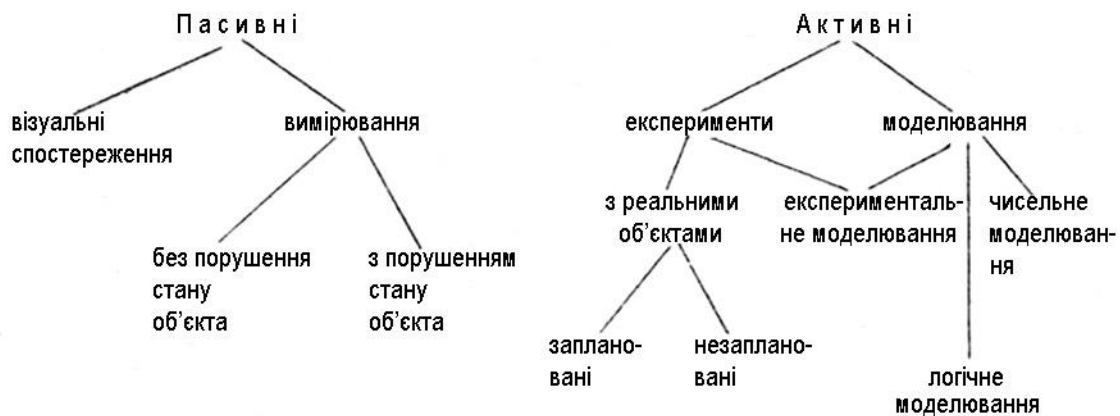


Рис. 5.3. Класифікація методів отримання інформації (Боков, Черваньов, 1989)

За належністю до певної галузі фізико-географічного знання розрізняють геофізичні, геохімічні, математичні, логічні, біологічні, геологічні, історичні, археологічні та інші методи.

Важливе місце в процесі фізико-географічних спостережень займають різні *вимірювальні процедури*, які проводяться зазвичай на стадії збору інформації. Вимірювання об'єктивніші, ніж візуальна оцінка явища. Важливо вміти оцінювати точність вимірювань і спостережень взагалі. В експериментальних науках відомо, що з самого початку дослідження треба враховувати справжню точність спостереження. Не слід прагнути добиватися більшої точності, ніж дозволяє реєструючий пристрій: помилка спостереження не може бути менше помилки приладу. Крім того, немає сенсу проводити дослідження з більшою точністю, ніж це необхідно для вирішення поставленого завдання.

У процесі спостережень і вимірювань виникають помилки. Слід знати їх природу і по можливості уникати їх. У будь-якому випадку їх необхідно оцінювати. Виділимо наступні групи помилок (Боков, Черваньов, 1989):

1) Інструментальні помилки. Вони легко можуть бути враховані, оскільки в паспорті кожного приладу вказуються технічні дані, у т.ч. його похибка.

2) Помилки спостерігача, які можна розділити на систематичні, випадкові, а також грубі промахи. Перші мають постійний однотипний характер і зазвичай пов'язані з похибками методики спостереження чи недостатньою кваліфікацією спостерігача (наприклад, іноді спостерігачі на метеостанціях завищують або занижують кількість хмар на небі). Випадкові помилки викликаються різними причинами і можуть бути зменшені при збільшенні кількості вимірювань. Грубі промахи характерні для неуважних дослідників і початківців.

3) Помилки, пов'язані з впливом зовнішнього середовища. Вони виникають в тому випадку, коли зовнішнє середовище, наприклад, характер погоди, впливають на процедуру вимірювання. Ці помилки можуть бути усунені більш суворим вибором часу і місця проведення вимірювання.

4) Помилки, пов'язані з впливом приладу (установки) або дослідника на об'єкт дослідження. Наприклад, навколо встановленого опадоміра має місце вихороутворення, що призводить до неповного потрапляння в нього атмосферних опадів. У цьому випадку фактично фіксується явище як таке, а система взаємодії «об'єкт-суб'єкт».

5) Помилки репрезентативності. Вони виникають не в процесі вимірювання, а в зв'язку з тим, що дослідник зазвичай вивчає не всю сукупність об'єктів (гальку на пляжі, всі дерева в лісі, усі яри і т.д.), а лише частину цих об'єктів. При цьому дослідник переносить знання про окремі з них на всю сукупність об'єктів. Помилки такого роду можна зменшити, збільшуючи кількість спостережень (число точок або частоту спостережень у часі).

Важливе місце в системі методів займає *експеримент*. У найбільш вузькому і точному значенні експеримент є вивченням об'єкту в процесі цілеспрямованого впливу на нього. При цьому об'єкт дослідження, по можливості, ізолюється від факторів, роль яких не цікавить дослідника. Прикладами географічних експериментів такого роду є дощування схилів (імітація випадання атмосферних опадів), витоптування майданчиків і стежок (з метою визначення допустимих рекреаційних навантажень), експерименти з зсувними тілами (штучна активізація їх діяльності шляхом вибухів, закачування води й підрізання зсуву) і т.п.

Експерименти проводяться також з моделями досліджуваних об'єктів. При моделюванні реальний об'єкт замінюється своїм аналогом (фізичної конструкцією, рівнянням і т.д.), який володіє схожістю з об'єктом за найістотнішими властивостями.

Використовувані в даний час моделі географічних явищ дуже різноманітні. Це фізичні конструкції, що відтворюють процеси ерозії або океанічної циркуляції, карти, глобуси, формули і рівняння, навіть словесні описи явищ. Моделі відрізняються одна від одної і за способом втілення, і за евристичними якостями, і за ступенем наближення до тих чи інших властивостей об'єкта, що вивчається, і щодо цілеспрямованого відбору тих властивостей і якостей, які цією моделлю фіксуються.

Але в будь-якому випадку моделі мають ряд властивостей, які роблять їх необхідними в дослідницькому процесі. По-перше, моделі перетворюють розміри об'єкта (зазвичай має місце зменшення розмірів), по-друге, за допомогою моделі (якщо вона динамічна) досліджуваний процес може сповільнюватися або прискорюватися. Нарешті, моделі завжди спрощують реальний об'єкт або процес. Це виключно важлива властивість моделі, оскільки реальні складні географічні об'єкти в усій їхній повноті вивчити неможливо.

У процесі побудови моделі дуже важливо правильно провести спрощення таким чином, щоб зберегти головні й найбільш істотні ознаки об'єкта і відкинути другорядні, що заважають зрозуміти головні та ускладнюють процес дослідження.

Найбільш загальною класифікацією моделей може бути їх поділ на евристичні (пошукові, пізнавальні) і демонстраційні. Перші дозволяють отримати нове знання за

допомогою тих чи інших операцій над ними. Такими є різні фізичні установки для експериментів (ерозійні лотки, що моделюють процеси руслової чи схилової ерозії, басейни, що моделюють океанічну циркуляцію, камери штучного клімату і т.д.), спостереження за динамікою явищ. До цього ж типу можна віднести математичні рівняння, що розкривають деталі процесів. А ось глобус є типово демонстраційною моделлю, оскільки лише демонструє деякі факти і закономірності.

Розрізняються моделі й за ступенем абстрактності. Можна намітити наступні стадії моделювання, що ведуть від конкретного до абстрактного: іконічна модель (аерофотознімок) – аналогова модель (карта) – знакова модель (математичний вираз малюнка річкової мережі) (рис. 5.4).

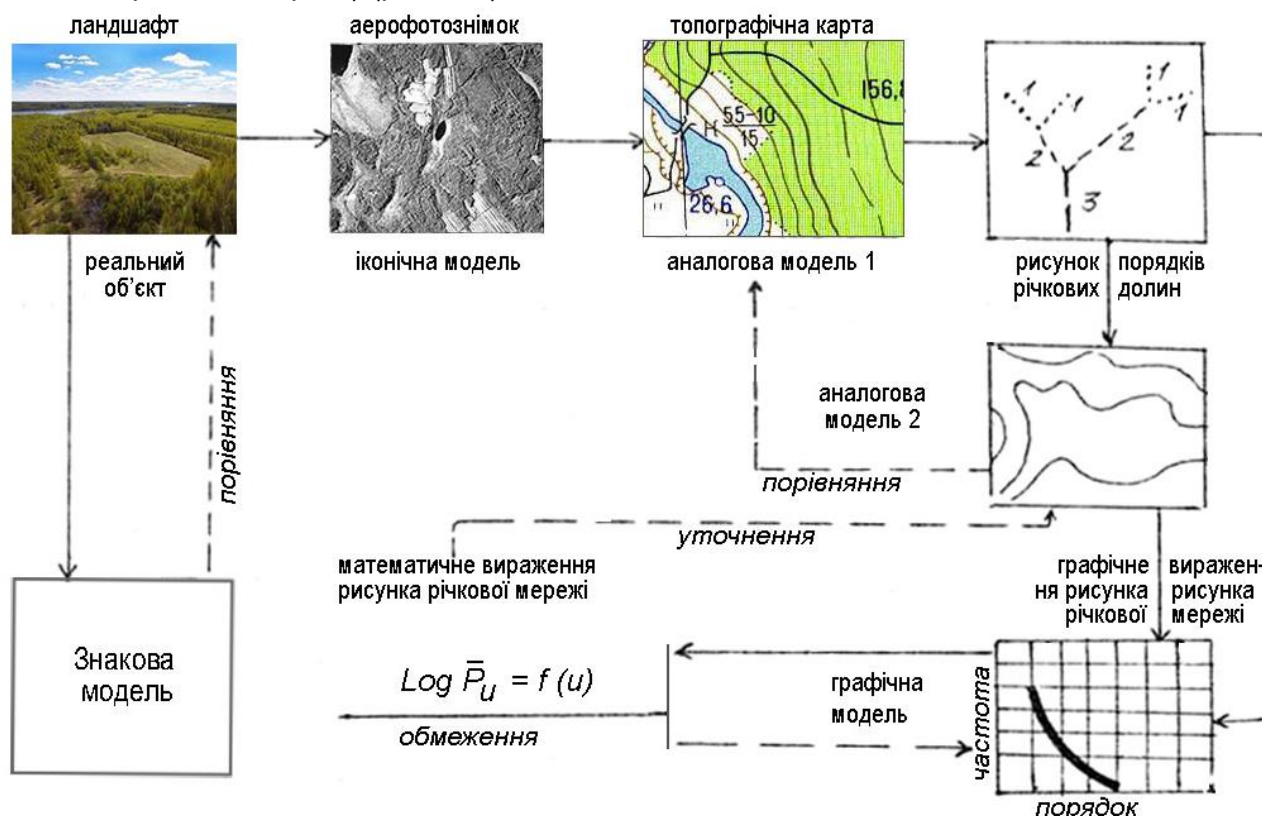


Рис. 5.4. Стадії моделювання при переході від конкретного до абстрактного (Боков, Черваньов, 1989)

## 5.4. Географічна інформація

Фізична географія довгий час витратила більшу частину своїх зусиль на усунення білих плям, картографування, забезпечення господарства і військової справи необхідними даними. Основна маса даних відображалася на картах, які є дуже ємними носіями інформації, доступними для використання навіть особами, які не мають спеціальних знань. Інша частина географічної інформації «осідала» в архівах у вигляді звітів про роботу експедицій і подорожей, іноді вона публікувалася. Тільки в XX столітті з'явилися форми систематичного відображення інформації – гідрометеорологічної,

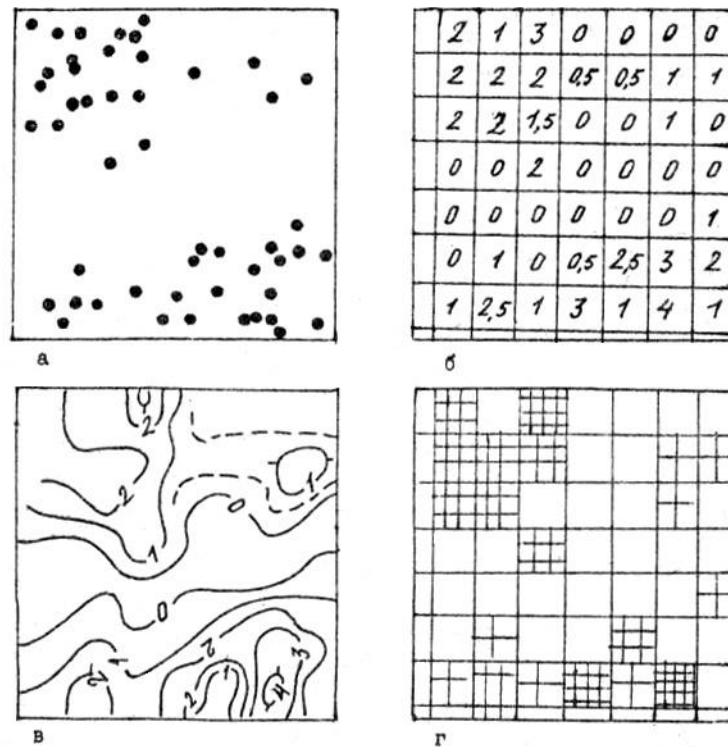
земельнокадастрової, лісотаксаційної і т.п. у вигляді видань або зведень, що містять відповідну інформацію галузевого характеру в довідниках або кадастрах.

Відносно недавно в зв'язку з розвитком інформатики і обчислювальної техніки, що забезпечили сучасні засоби збору, відображення, передачі й відтворення інформації, було усвідомлено, що інформація може служити товаром, оскільки вона має вартість (витрати на її отримання, зберігання і обробку), може служити об'єктом купівлі-продажу (що дуже часто мало місце раніше щодо промислової і військової інформації). Стали створюватися спеціальні системи – банки даних, інформаційно-пошукові системи, які дають можливість оперативно отримувати інформацію, обробляти її автоматизовано (в системі людина-машина) або автоматично (без участі людини) і видавати в зручній формі. Такі інформаційні системи стали створюватися і в географії. Однією з перших таких систем була географічна інформаційно-пошукова система ЦРУ США (Кінгстон, 1975).

Сьогодні сформувалася особлива галузь діяльності географів і кібернетиків – геоінформатика. Геоінформатикою називають галузь знання, частину географічної науки на стику з технічними науками (кібернетикою та інформатикою), що вивчає властивості географічної інформації, а також закономірності наукової географічної комунікації (обміну знаннями).

Основна властивість географічної інформації – її територіальність. Системи даних, елементи яких мають власні геометричні координати, називають системами з просторово-координованими параметрами. Геоінформаційні системи (ГІС) мають просторово-уординовані параметри, тобто кожна одиниця інформації «прив'язується» до конкретної точки. У ряді випадків географічні дані істотно залежать і від часу спостереження (хоча поряд з цим бувають дані, незалежні від часу, наприклад геологічна будова або тип ґрунту в даній точці). У кожній точці збирається стільки даних, скільки передбачено програмою ГІС. Так само в кожній точці просторової структури у певному порядку і формі записується сукупність даних, що її характеризують. Всі точки, впорядковані певним чином, утворюють масив. Всі дані разом утворюють систему даних, яка представляє знання про територію в просторово-часовому розрізі. За допомогою спеціальних програм інформація записується в масиви (кодується), може зчитуватися з них в будь-якому заздалегідь обумовленому порядку, обробляється (наприклад, статистично), представляється в формі електронних карт: ізолінійних (карт полів), контурних (ареалів), цифрових (рис. 5.5).

Крім того, вона може відсилатися на інші комп'ютери або диски, тобто розмножуватися з дуже великою швидкістю, передаватися від одного комп'ютера до іншої через спеціальні (наприклад супутникові) системи або по каналах інтернет-зв'язку, і там знову піддаватися все тим же видам обробки або видаватися користувачеві в певній формі.



**Рис. 2.5. Картографічне відображення географічної інформації: поширення ярів на території: а – розміщення ярів (одна точка – один яр; б – цифрова карта рівноінтервальна мережа точок в центрах квадратної сітки; в – ізолінійна карта (по цифровій карті); г – картограма (Боков, Черваньов, 1989)**

В даний час велика частина наукової інформації не використовується, оскільки вона недоступна користувачам, її пошук дуже утруднений, а обробка вимагає значного часу. Незважаючи на розвиток інформаційних технологій, використовується лише незначна частина наявної наукової і технічної інформації. Низька ефективність використання інформації призводить до несприятливих наслідків. Сповільнюється вирішення нових науково-технічних проблем, не вдається використовувати всі ті дані, якими потенційно володіє людство, має місце і дублювання досліджень, тобто, повторний збір інформації (часто дорогої) через незнання про її наявність чи недоступність.

Сьогодні все більша кількість географічної інформації надходить автоматизовано. Наприклад, телевізійна наземна, web- або космічна система забезпечує отримання даних про зовнішній вигляд земної поверхні з дуже великою швидкістю. У цих системах інформація, поряд з аналоговою (у формі електричного імпульсу), може представлятися відразу в числовій формі. Традиційними засобами можна встигнути обробити її малу частину. Доцільно йти по шляху комплексної системи отримання, упорядкування, обробки, зберігання, аналізу, видачі результатів досліджень безпосередньо в автоматизованій системі без проміжного введення-виведення.

Все частіше використовуються системи автоматизованого проектування інженерних споруд, автоматизованого управління різними процесами, де в якості вихідної повинна фігурувати географічна інформація. Щоб забезпечити її автоматизоване введення,

необхідно впорядкувати її в формі спеціально організованих інформаційних масивів з швидким доступом до них. У військовій справі, де вже використовуються автоматизовані системи управління військовими діями, також необхідна географічна інформація (насамперед топографічні дані), доступна без постійної роботи у мережі.

**Запитання і завдання для самостійної роботи та самоконтролю:**

1. Що таке методологія?
2. Які складові утворюють методологію фізичної географії?
3. Які джерела фактичного матеріалу вам відомі? Який їх внесок у фактографічне забезпечення фізичної географії?
4. Які сучасні засоби здобуття фактичного матеріалу для фізичної географії є загальновідомими?

## **Тема 6. ПАРАДИГМИ ФІЗИЧНОЇ ГЕОГРАФІЇ**

- 6.1. Хорологічна парадигма
- 6.2. Систематична парадигма
- 6.3. Модельна парадигма
- 6.4. Системна парадигма
- 6.5. Екологічна парадигма

*Парадигма* – це система вихідних положень певної науки, що її приймають більшість учених як дещо заздалегідь дане, безсумнівне, чого не має сенсу на цей час далі обговорювати.

Парадигма містить концепцію (тобто спосіб бачення об'єкта й предмета дослідження), закони, теорії, методи та засоби оцінок результатів наукового пізнання. Автор цього терміна Т. Кун сформулював парадигму як *«визнані всіма науковці досягнення, котрі протягом певного часу дають науковцям модель постановки проблеми та способи їх розв'язання»*.

Зміст парадигми фізичної географії історично змінювався. Причому траплялися (й досі є) такі ситуації, коли водночас співіснували кілька парадигм, з яких кожна визначає певний стиль наукового пізнання і спричиняє формування певної наукової школи.

Наприклад, у сучасній фізичній географії співіснують і змагаються класична описова історико-генетична парадигма (так умовно її називають) та аналітична системно-функціональна парадигма.

### **6.1. Хорологічна парадигма**

Хорологічна парадигма – це намагання опанувати розташування різних об'єктів і просторовий устрій земної поверхні: визначити й задокументувати взаємне положення

суходолу й моря, чергування певних географічних утворень, що ніби заповнюють географічний простір у безладді (і, звичайно, так і описуються). Класичними творами, що репрезентують хорологічну парадигму, є описи мандрівок А. Нікітіна, М.М. Пржевальського та ін.

За сучасними уявленнями, в основу хорологічної парадигми покладено функцію місця, тобто таку певну позицію, що їй відповідає географічний або інший об'єкт і від чого залежить його життєздатність, темп розвитку чи відмирання і т.п. У сучасній фізичній географії чимдалі ширше застосовується термін «**геохора**» для позначення найменшої ділянки земної поверхні, що зберігає якості геосистеми, тобто тієї «цеглинки», що є найдрібнішою складовою її будови.

Свого часу було зроблено спробу обмежити географію лише рамками хорології. Ця ідея належить видатному німецькому теоретику А. Геттнеру, котрий надав хорографії статусу наукової доктрини географії. А. Геттнер запровадив класифікацію наук: систематичні (як математика чи фізика, що викладаються за науковими законами), історичні (історія, геологія, де за основу береться послідовність подій, явищ чи обставин), та хорологічні (географія, бо в її основі полягає знання місцеположення). Вульгаризація уявлень А. Геттнера, достатньо логічних, втім не абсолютних, призвела до певного знецінення й критики хорологічної концепції та відкидання її взагалі, з чим не можна погодитись. Адже специфічність хорологічних знань полягає саме в тому, що вони забезпечують право географії на існування в середовищі наук про Землю.

Зауважимо, що за географа вважають фахівця, досвід якого насамперед більш спирається на саме хорологічні знання: він досконало вивчив загальну картину земної поверхні та орієнтується у взаємному положенні й просторових розмірах географічних об'єктів, читає карту і вміє користуватися нею.

У сучасній географії є напрями наукової діяльності, що цілком відповідають цій парадигмі: різні види польового картографування та дистанційних спостережень, засоби вивчення сусідства, позиційного аналізу тощо. Хорологічне знання – чи не єдина з «екологічних ніш», де в географії немає конкурента (Боков, Черваньов, 1989). Галуззю географії, що найбільшою мірою має хорологічний зміст, тобто відповідає хорологічній парадигмі, є країнознавство, а специфічним мовним засобом хорології є карта.

Недосконалістю хорологічної парадигми є звичайно низький рівень наукового опрацювання відомостей про розміщення географічних об'єктів, через що велика частина її здобутків, отримана неспеціалістами, містить багато недостовірного й погано впорядкованого матеріалу, що взагалі принижує статус географії.

## **6.2. Систематична парадигма**

Систематична парадигма в межах фізичної географії формувалася паралельно з хорологічною, ніби в її затінку. З погляду систематичності, головною метою дослідження

є віднесення нових знань до певного, вже відомого класу чи таксону явищ. За необхідності дослідники створювали нові класи, таксони чи відкривали нові закони. Найбільш вагомим прикладом прояву систематичної парадигми є відкриття закону світової (географічної) зональності. Адже зони безпосередньо на місцевості не визначаються.

Людина, що, наприклад, мандрує вздовж меридіана територією України, спостерігає чергування певних ландшафтів, схожих на півночі й на півдні. Лише за певної абстракції, вивчаючи територіальні сполучення таких ландшафтів та цілу низку історико-географічних, геофізичних та геохімічних явищ, зафіксованих на картах, можна визначити на тому відрізку меридіана лісову, лісостепову та степову географічні зони з відповідними підзонами.

Взірцем систематичного дослідження та апогеєм в опануванні закону світової зональності є відкриття Періодичного закону географічної зональності А.О. Григор'єва-М.І. Будико, подібного за структурою до Періодичної системи хімічних елементів Д.І. Менделєєва.

У фізичній географії проявами систематичної парадигми, крім системи географічних, кліматичних, рослинних та інших поясів та зон, є типологія, районування територій, виділення певних еталонів, що є засобом упорядкування знань та спрощення інформації для її ефективнішого використання.

Основні засоби реалізації систематичної парадигми у фізичній географії:

1. Формулювання законів, кожний з яких відображає стійкий типовий прояв певних зв'язків між явищами, що має загальний характер у межах географічної оболонки; додамо, що у фізичній географії деякі закони утворюють групи, споріднені за об'єктом, предметом і способом їх визначення.

Такими групами географічних законів є:

- 1) співвідношення суходолу й океану залежно від будови земної кори;
- 2) рівняння радіаційного та теплового балансу, вологообігу;
- 3) залежність біопродуктивності від співвідношення тепла й вологи (гідротермічного коефіцієнта або радіаційного індексу сухості);
- 4) саморегулювання планетарних географічних процесів тощо.

2. Класифікація об'єктів, явищ, процесів тощо полягає у зведенні розмаїття сукупностей конкретних об'єктів до обмеженого переліку типів, класів, виявленням у них подібності, спорідненості або ж формальним зіставленням.

Підхід, що ґрунтується на заміні індивідуальних об'єктів їхніми типологічними аналогами, тобто на пригніченні розбіжностей заради підкреслення ознак подібності, називається в географії *номотетичним*.

В основу географічної класифікації (рис. 6.1, а) покладено, як правило, такі властивості об'єктів, що вважаються за природно існуючі: 1) всі явища природи однозначно піддаються класифікації; 2) часто вважають, що класи явищ існують і



взаємодіють як спільноти (при дослідженні, наприклад, просторово-часових співвідношень у геосистемах); 3) певні одиниці класифікації залежать від тих ознак, за якими вони визначаються, тому одне й те саме явище за різними класифікаціями може опинитися в різних таксонах.

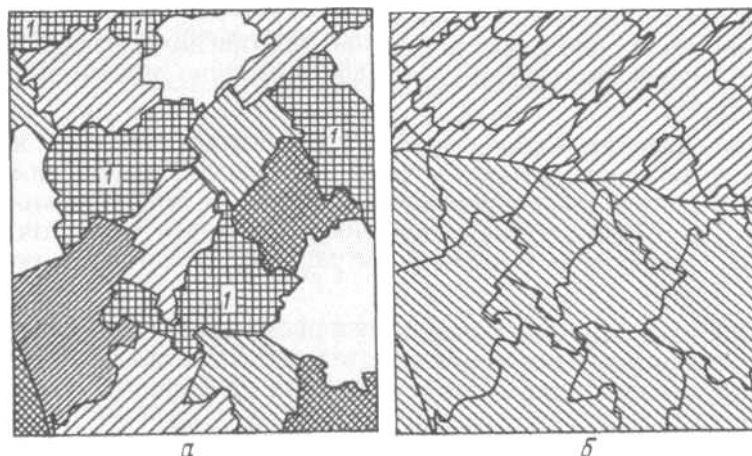


Рис. 6.1. Класифікація (а) та районування (б) однієї території; однотипні ділянки повторюються, наприклад, за типом 1, а райони складаються з різнотипних ділянок (Багров та ін., 2000)

3. Районування (рис. 6.1, б) є специфічним для географічних наук засобом упорядкування знань про території шляхом здійснення принаймні двох дослідницьких дій: 1) виявлення й підкреслення властивостей, за якими частини даної території більш схожі між собою, ніж з сусідніми, тобто можуть бути від них відмежовані; 2) встановлення меж, що окреслюють дану територію, або таксон.

Географічний підхід, що спирається на підкреслення індивідуальності певного таксона районування порівняно з іншими, називається *ідіографічним*.

Основою районування є такі постулати, що явно або ж неявно мають на увазі:

- земну поверхню в цілому можна однозначно поділити на певні території як дослідницькі або ж фізично реальні об'єкти;

- усередині кожної такої території відмінності вважають настільки несуттєвими, що ними можна нехтувати; для опису кожної такої території обирається еталон – типова ділянка, а її індивідуальним характеристикам надається типологічне значення;

- між сусідніми однорідними територіями відмінності вважаються настільки суттєвими, що це дає підставу вважати їх дискретними, окремо існуючими об'єктами природи;

- кожний таксон нерозривний і неповторюваний.

### 6.3. Модельна парадигма

Модельна парадигма ґрунтується на виявленні та використанні в наукових побудовах характеристик і властивостей (ізоморфізмів), спільних для багатьох

географічних об'єктів. Наведемо деякі найзагальніші характеристики географічних об'єктів у цілому:

- територіальність, причому об'єкти мають певну географічну розмірність, відмінну від розмірності астрономічних, геофізичних та геологічних об'єктів (що відповідно й вивчаються цими науками);

- гетерогенність (різномірність), бо об'єкти містять складові різної природи – неживої й живої на відміну, наприклад, від біологічних або ж геологічних, що мають відповідно біотичну та абіотичну природу;

- здебільшого відсутність чітких меж, бо об'єкти не є суто фізичними тілами на відміну від зазначених вище біологічних та геологічних об'єктів, в основі вивчення котрих лежить виділення саме таких тіл;

- взаємодія між собою через обмін речовиною, енергією й інформацією, причому тим активніше, чим більші відмінності їм властиві.

Принципи, які покладено в основу модельної парадигми, дають змогу будувати ізоморфні та гомоморфні об'єкти, через які дослідницький об'єкт замінюється його моделлю.

Ізоморфними співвідношеннями називають такі, коли два чи більше об'єктів (зокрема – об'єкт і його модель) подібні настільки, що можуть взаємно заміщувати один одного (кажуть, що ці об'єкти симетричні за якість).

Прикладом ізоморфних співвідношень є подібність двох річок, близьких за довжиною, швидкістю течії, будовою русла та живленням. Звичайно такі річки відносять до одного й того самого гідрологічного типу й надалі, вивчаючи одну з них, поширюють результати й на іншу. Так само діють при вивченні територій-аналогів, що дає змогу заощадити зусилля, кошти й час. Взагалі, такий засіб вивчення покладено в основу типологічної характеристики території.

Ізоморфні співвідношення широко вивчаються в географії. Ще на початку дослідження географ намагається типізувати територію, скласти типологічну карту й згодом обмежується систематичним вивченням лише тих виділів, що винесені до легенди карти. Наприклад, якщо картографічно виділено 200 окремих контурів (ареалів), а за класифікацією встановлено, що вони належать до 10 типів, то надалі задача дослідження спроститься до вивчення таких 10 типів шляхом вибору відповідної кількості типових, характерних або репрезентативних ділянок (існують спеціальні засоби перевірки репрезентативності об'єктів).

Водночас недосконаліми аспектами ізоморфізмів є неможливість перенести, наприклад, хоч би частково, дослідження в лабораторні умови, бо ці об'єкти мають зберегти характерність розмірів і тотожність часових масштабів досліджуваного процесу.

Гомоморфними співвідношеннями називають такі, коли один з об'єктів може за певною ознакою або ж сукупністю ознак заміщувати інший повніше означений об'єкт.

Утім, зворотне співвідношення, як правило, неможливе (тобто ці об'єкти несиметричні за властивостями).

Гомоморфні співвідношення припускають істотніші розбіжності між об'єктами. Порівнювані об'єкти можуть відрізнятися за природою (наприклад, один штучний, інший – природний), поведінкою, швидкістю та тривалістю процесів, розмірами, системоутворювальним (див. далі) співвідношенням тощо. Ці відмінності суттєво обмежують ступінь подібності, водночас розширяючи можливості заміни одного об'єкта іншим. Наприклад, часто динаміку підземних вод вивчають на електричних моделях, хоча зрозуміло, що ці об'єкти зовсім відмінні, а подібність між ними лише в тому, що одні й ті самі процеси в різних середовищах описуються однаковими математичними рівняннями. Звичайно, один із гомоморфних об'єктів (повніший за характеристиками) вважають по суті об'єктом пізнання, тоді як інший беруть за його модель, тобто, як було зазначено вище, ці співвідношення несиметричні, або необоротні.

Гравітаційні моделі використовують для характеристики й дослідження деяких географічних об'єктів: міст, промислових центрів, річок тощо. Дифузійна модель застосовується в гідрології для дослідження закономірностей поздовжнього профілю русла, а в економічній географії – для пояснення поширення новацій у господарстві тощо.

Модельна парадигма свого часу (у 70-80-ті роки ХХ століття) відіграла помітну, навіть революційну роль у географії, бо дала змогу використати теорію подібності й технічні засоби (аналогові та цифрові обчислювальні машини) для моделювання географічних явищ, що їх не можна досліджувати безпосередньо або через їх величезні розміри (глобальні явища, наприклад), непомірну тривалість чи надвисоку швидкість процесів.

Недосконалістю модельної парадигми є імовірність зробити помилки через неврахування певних властивостей, що здавалися несуттєвими, але насправді виявилися значущими, а також недостатня розробка формальних методів оцінки об'єктів.

Водночас сьогодні відомі галузі знань, що майже увесь фактичний матеріал для своїх висновків здобувають за рахунок моделювання. Це астрофізика, фізика Землі та деякі інші. Вони сформували строгі методи моделювання й критерії оцінки, тому досягають відчутних результатів за обмалі первинного емпіричного матеріалу. Географії, що, навпаки, «втопає» в безлічі інформації, є чому вчитися в таких витончених представників «наукової аристократії», як, наприклад, фізика та освоювати фізичні напрями досліджень.

#### **6.4. Системна парадигма**

Паралельно з модельною парадигмою та в тісному взаємозв'язку з нею розвивається й системна парадигма. Вона поділяється, в свою чергу, на системно-

структурну, в основі якої – визначення структури (інваріанту) системи, та структурно-функціональну, що «відповідає» насамперед за погодженість процесів у системі.

Згідно з системною парадигмою, світ є впорядкованою системою, що складається з великої, але скінченної кількості дрібніших систем, які й утворюють ієрархію (підпорядковану багатоярусну структуру) (рис. 6.2).

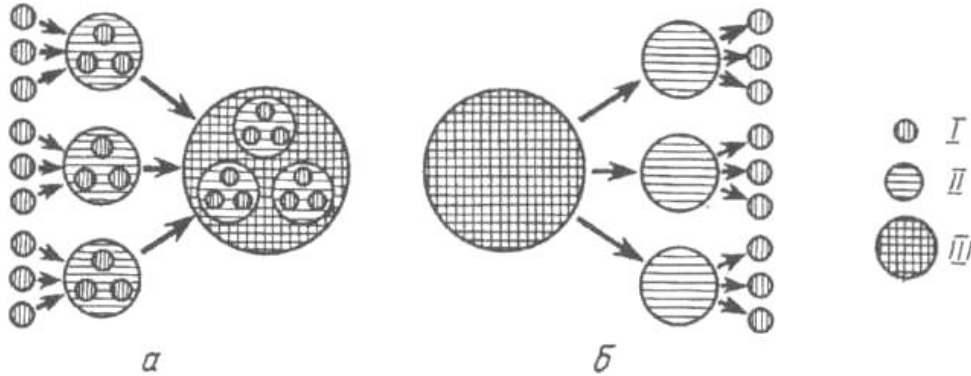


Рис. 6.2. Ієрархія геосистем за рівнями I<II<III: а – інтеграція систем нижчих рівнів у системи вищих рівнів; б – диференціація на підсистеми (Багров та ін., 2000)

### Основні положення системної парадигми

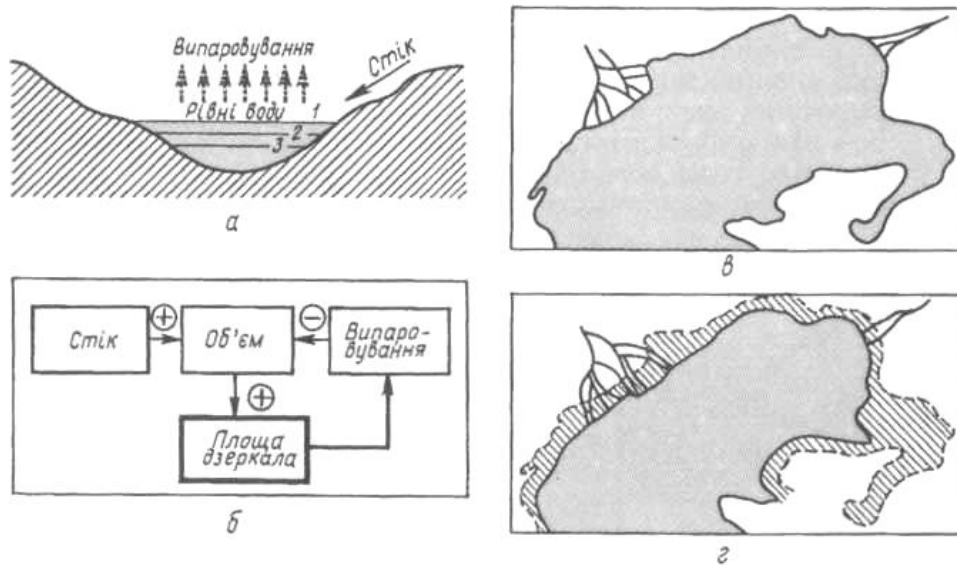
- 1) Система завжди складається з елементів.
- 2) Елементи перебувають у різноманітних взаємозв'язках. Прямий зв'язок є причинно-наслідковим. Зворотний зв'язок є реактивним (тобто визначає реакцію системи на відповідний прямий зв'язок).
- 3) За прямими зв'язками здійснюється обмін речовиною та енергією. За зворотними зв'язками відбувається саморегулювання систем.
- 4) Зв'язки бувають позитивними та негативними: перший сприяє підсиленню впливу входу системи за умови зростання її виходу; другий відповідає обставинам, коли збільшення виходу системи лімітує вхід. Можна уявити чотиріступінчасту класифікацію зв'язків між елементами системи: прямі позитивні, прямі негативні, зворотні позитивні та зворотні негативні.
- 5) Більшість складних природних систем здатні до саморозвитку, в результаті якого вони стають ще складнішими, удосконалюються за рахунок використання ресурсів навколишнього середовища.
- 6) Природні системи утворюють ієрархію.

Це далеко не повний, але достатньо суттєвий перелік властивостей систем, що їх можна поширити й на геосистеми.

Відомо кілька методів дослідження системних об'єктів. Як уже зазначалося, все починається з визначення поняття даної системи, що потребує виявлення того критерію, котрий обирається мірилом належності до системи. Його називають *системоутворювальним співвідношенням*.

На рис. 6.3. зображено приклад системного аналізу природної системи, що саморегулюється – водного балансу безстічного озера. Системоутворювальним

співвідношенням є рівність  $F + P - E = 0$ , що виражає нульовий баланс води й відповідну стабільність маси й рівня води. Регулятором балансу є площа поверхні озера, котра залежить від його рівня (1, 2, 3) і визначає випаровування  $E$ .



**Рис. 6.3. Модель природної системи саморегулювання (на прикладі безстічного озера – Каспійського моря): а – натуральна модель; б – формалізація системи (додатний або від'ємний спосіб саморегулювання); в – загальна площа Каспію (422 тис. км<sup>2</sup>); г – зменшення площі (до 371 тис. км<sup>2</sup>) (Багров та ін., 2000)**

Багато геосистем є вельми подібними до живих істот, в тому сенсі, що вони мають усталену систему зв'язків, співвідношень, реакцій тощо. Саме цим природні системи відрізняються від моделей, що конструюються довільно за ознаками, які наперед задаються дослідником.

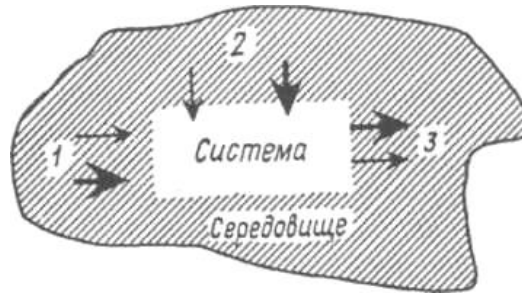
Водночас системи, як природні утворення, не проявляються безпосередньо як цілісні «організми» (на відміну від того, як спостерігається цілісність живих організмів — переважно вона не потребує навіть доказу, бо це зрозуміло само собою). Тому виділення геосистем є відповідальним і важливим географічним завданням, що передує їх дослідженню.

Нагадаємо: навіть поняття «Географічної оболонки» як природної системи, що в ній живе людство, і те з'явилося через 2 тис. років після появи географії, оскільки не було засобу збагнути той феномен, поєднавши до купи виразніші окремі геосфери за ознакою наскрізності процесів енергомасообміну.

Велику роль у розвитку фізичної географії відіграло визначення синтетичних можливостей розгляду природи, що їх забезпечує системний підхід як наукова методологія. Так, поняття саморегулювання та самоорганізації стосовно утворень неживої та змішаної (біокосної) орґано-мінеральної природи протягом тривалого часу заперечувалися, бо вважалося, що доцільною може бути поведінка лише вищих живих істот. Втім, географічні системи, по суті не живі істоти, водночас характеризуються такими самими якостями.

Системний підхід породив системотехніку як сукупність засобів пізнання системних об'єктів. Один з відомих засобів системотехніки, розвинутий кібернетикою, – це метод «чорного ящика».

«Чорний ящик» – це така система, знання про яку обмежується лише її входами та виходами, тобто зовнішніми впливами та реакціями системи на них. Вхідні впливи – це дії зовнішнього середовища на систему, вихідні впливи (та дії) – реакції системи на вхідні впливи, що можуть бути надзвичайно різними (рис. 6.4).



**Рис. 6.4. Система у зовнішньому середовищі – модель «чорний ящик»:** 1 – зовнішні впливи на систему; вхідні (2) та вихідні (3) енергоречовинні потоки через відкриту систему (Багров та ін., 2000)

Приклади географічних систем, що розглядаються на рівні «чорного ящика»:

- засвоєння сонячної радіації земними покривами (з фізичного погляду описується детальніше, ніж у географії, оскільки географ, як правило, абстрагується від механізму процесу, враховуючи деякі опосередковані показники або ж середні (чи типові) значення, що входять до структури енергетичного балансу);

- засвоєння географічним ландшафтом світла, тепла, вологи досконало диференціюється протягом навіть доби, але в географічних працях описується на рівні середніх багаторічних значень;

- утворення системи циркуляції повітря, що складається з безлічі окремих дрібних комірок, але разом має вигляд як упорядковане суцільне перенесення повітря між різними широтами;

- формування географічних зон, що відбувається через складне поєднання геофізичних, геохімічних, біогеографічних та інших явищ протягом тривалого часу, в суперечливих взаємозв'язках, що їх неможливо відтворити, наприклад, експериментально.

У деяких випадках в процесі пояснення функціонування геосистем у географії використовують модель «сірого ящика», тобто частково враховують інформацію щодо сутності процесів, проте не розкриваючи повністю їхній механізм.

Наприклад, цій моделі відповідають характеристики:

- геохімічних бар'єрів (знаємо, які взагалі параметри середовища та власне мігруючої субстанції здатні впливати на накопичення певних сполук);

- географічних теплових машин (можна визначити принцип процесу, що відбувається, й побудувати його модель);

- самоочищення забруднень (навіть використовуємо штучні засоби самоочищення – наприклад, міські очисні споруди, бо вони відтворюють природні властивості) тощо.

Як бачимо, моделі «сірого ящика» використовують у тих випадках, коли йдеться про геохімічні та геофізичні характеристики комплексних географічних явищ.

На рис. 6.3 також було розглянуто модель «сірого ящика». Там показано процес саморегулювання водного балансу, не враховуючи такі параметри, як температура, відносна вологість повітря, режим вітрів тощо, котрі насправді можуть суттєво впливати на процес випаровування. Крім того, темп випаровування – з одного боку, та стік – з іншого, як правило, змінюються в часі несинхронно; отже, рівність стоку та випаровування може бути лише вкрай приблизною. Тоді наведена схема більшою мірою характеризує кінематику, а не динаміку процесів.

Нарешті, в окремих випадках фізико-географи намагаються досконало описати процес взаємодії в геосистемі, використовуючи стаціонарні спостереження. В таких випадках створюють мережу спостережень, споряджують її датчиками, контрольно-реєструвальними приладами, комп'ютерами тощо, і це дає змогу безпосередньо спостерігати процеси взаємодії в геосистемах.

В екологічних дослідженнях саме так створюють системи моніторингу навколишнього середовища, автоматизовані системи управління якістю води тощо. Вони працюють як слідкуючі системи, тобто безперервно або ж через короткі проміжки часу «спостерігають» за процесами й дають можливість своєчасно у них втручатися.

## **6.5. Екологічна парадигма**

Екологічна парадигма охопила спочатку біологічні науки, а вже потім науки про Землю, і протягом останніх 50-ти років поступово стала міждисциплінарною галуззю знань та певної непрофесійної діяльності (у т.ч. й політичної). В її підвалини покладено уявлення про те, що в сучасному світі проблема збереження середовища життя на Землі має глобальне значення, і його за своєю важливістю можна порівняти з проблемами збереження миру, запобігання ядерній війні чи забезпечення людства продовольством.

Загальним принципом, на якому базується екологічна парадигма, є розподіл предмету вивчення на дві складові, нерозривно пов'язані між собою (бо одна не існує поза іншою), але водночас протистоять одна одній. Складову, що вважають за головну, називають хазяїном, або суб'єктом. Решту, що її оточує, живить, приймає відходи тощо, називають середовищем. Систему впливу хазяїна на середовище зазвичай називають природокористуванням, а зворотний вплив – екологічною реакцією.

Залежно від галузі знань, фахівці різного профілю по-різному розуміють, що є хазяїном, а що – середовищем.

Представники класичної біологічної екології традиційно вважають за хазяїна живу складову природних систем, а середовищем – абіогенну природу та людське

суспільство. Охорона природи, за їхніми уявленнями, – це охорона живої природи за допомогою обмеження впливу суспільства на природні системи (аж до відмови від технічного прогресу).

Представники новітньої геоєкології вважають за «хазяїна» природні системи, не поділяючи останні на біотичну та абіотичну частини. Їх прагнення спрямовані на збереження географічних ландшафтів, котрі розуміються як цілісні поєднання компонентів природи, пов'язані між собою обміном речовини та енергії (як побачимо далі, абіогенні процеси на кілька порядків перевищують процеси біогенні, тоді як останні певною мірою виконують роль регулятора). Географи та геоєкологи (а це найчастіше одні й ті самі фахівці) слушно вважають, що без збереження абіотичної природи живі організми (і людину як біологічну істоту) врятувати неможливо.

Представники соціальної екології, вважають за «хазяїна» людське суспільство, а за середовище – все інше, в тому числі й біоту. Вони ставлять за мету збереження людства через доцільніше використання ресурсів природи.

Інакше кажучи, у науковому середовищі існують і конкурують різні аспекти екологічної парадигми (рис. 6.5).

Суб'єкт	Предмет	Об'єкт
Біота Природний комплекс Людство	Біоекологія Геоєкологія Соціальна екологія	Геом + людство Людство + людська діяльність Довколишнє природне середовище

Рис. 6.5. Відмінності в розумінні екологічної парадигми у фізичній географії (Боков та ін., 2000)

Представники біоекології вважають за суб'єкт дослідження біоту – живих істот чи їхні угруповання (відповідно до чого є екологія виду (аутекологія), популяції (популяційна екологія), біоценозу (синекологія) тощо). Тобто це – біоцентричний погляд на взаємини груп живого з неживим та людством (остання група розглядається переважно як збурюючий та лімітуючий фактор, тобто переважно в негативному значенні). Безпосереднє дослідження об'єкта біоекології – угруповання організмів різного рангу чи структури – здійснюється низкою біологічних наук.

Геоєкологи наближаються до географічного розуміння предмету досліджень, коли за суб'єкт відносин вважають природний комплекс, або геосистему, а за об'єкт – його оточення, що також містить природний комплекс, але вищого рангу; людство (чи його частину), яке впливає на природний комплекс, взаємодіючи з ним в процесі природокористування (рис. 6.6).





**Рис. 6.6. Екологія як система знань про відносини між суб'єктом й об'єктом: а – суб'єктно-об'єктні відносини; б – співвідношення екологічних дисциплін; ▲, ● – перехідні дисципліни**  
(Багров та ін., 2000)

Погляд на людство в геоєкології менш агресивний, ніж у біоекології, оскільки природокористування розглядається як необхідна передумова життя людей та сфера діяльності. Певне місце в геоєкології посідає антропоцентричне вдосконалення природного середовища засобами меліоративної географії (оптимізація природного середовища), збереження цінних об'єктів і контроль стану та якості середовища (моніторинг) стосовно, переважно, безпеки людства тощо. Безпосередньо суб'єкт геоєкології вивчається географічними науками.

У соціоекології за суб'єкт відносин править людство, за об'єкт – природне оточення людства (навколишнє природне середовище).

Останнім часом спостерігається тенденція до поширення предмету соціоекології на визначення відносин всередині людства (екологія етносу за Л.М. Гумільовим; екологія культури за А.Д. Лихачовим тощо).

З наведеного вище можна зробити кілька важливих висновків, нехтування якими призводить до непорозумінь між різними групами екологів.

Людство опиняється щоразу в новому становищі в системі екологічних співвідношень. У біоекології воно є збурюючою складовою відносин об'єкта, тобто протистоїть суб'єктові, котрим є біота. Тому представники біоекології найчастіше й найбільш «вороже» ставляться до людської діяльності. Представники біоекології не є найпоспідовнішими прихильниками інтересів людства, хоча вони є найактивнішими захисниками природи, котру розуміють біоцентрично.

У геоєкології людство виступає як партнер у процесі природокористування, тобто в складних взаєминах між суб'єктом (природним комплексом) та об'єктом (довкіллям). Причому людська діяльність розглядається як позитивно (меліорація, збереження природних комплексів, збільшення їхньої різноманітності через утворення антропогенних та техногенних ландшафтів тощо), так і негативно – через надлишкові впливи, що насамперед пов'язані з недосконалими технологіями та екстенсивним господарюванням. Ці питання розглядатимуться в останніх темах курсу лекцій.

Соціоекологія – це антропоцентрична система знань. Згідно неї біота й геом – суб'єкти біо- та геоєкології – опиняються в межах середовища, створюючи лише необхідні умови для розвитку людства. Соціоекологія стримує людську діяльність лише в

межах, які б гарантували екологічну безпеку власне людства. Офіційна охорона довкілля – це насамперед соціоекологія, хоч як засіб досягнення мети вона використовує і захист біоти та природних комплексів, оскільки інакше не буде повноцінного відтворення середовища та відновлюваних ресурсів.

Соціоекологу професійно далекі проблеми збереження природних систем – бо це для нього лише середовище для прискореного розвитку людства. Професійно він враховує інтереси людства чи його частини, але не має засобів конструктивно вирішувати проблеми. Натомість, геоеколог повинен найбільш зважливо розробляти проблему, тобто використовувати певні засоби для її поліпшення, оптимізації (розумного компромісу співвідношень) та контролю за станом територій (сукупності комплексів), а не лише об'єктів впливу, конструювання антропогенних ландшафтів, відновлення «механізмів» відтворення середовища та ресурсів.

#### **Запитання і завдання для самостійної роботи та самоконтролю:**

1. Що таке парадигма науки?
2. Які наукові парадигми фізичної географії вам відомі?
3. Чим характеризуються наступні парадигми фізичної географії: а) хорологічна? б) систематична? в) модельна? г) системна? д) екологічна?
4. Назвіть парадигму, що використовується несвідомо найчастіше, коли йдеться про земну поверхню. Назвіть парадигму, якою користується геолог (також несвідомо), складаючи геологічну карту; це саме стосується й кліматолога.
5. Поясніть, чим саме відрізняється районування від класифікації. Складіть таблицю їхніх порівняльних характеристик та визначте найсуттєвіші ознаки.
6. За якими принципами здійснюється районування?
7. За якими ознаками здійснюється типологія території?

## **Тема 7. МЕТОДОЛОГІЧНІ ПРИНЦИПИ ФІЗИЧНОЇ ГЕОГРАФІЇ**

- 7.1. Принцип історизму
- 7.2. Принцип розвитку (еволюційний)
- 7.3. Генетичний принцип
- 7.4. Принцип загального зв'язку явищ
- 7.5. Принцип емерджентності

### **7.1. Принцип історизму**

Цей принцип потребує розгляду природи земної поверхні та її частин крізь призму історії розвитку, тобто певної послідовності стадій і станів існування, що їх проходять геосистеми чи їх сукупності на певній території. Не виходячи з цієї засади, не можна пояснити багато властивостей природних комплексів.

Властивості природних комплексів, або окремі їх складові, що утворилися за інших природних умов, аніж ті, що існують нині, називаються *реліктовими*. Наприклад,

реліктовими є залишки льодовикових форм рельєфу на півночі України, бо вони не могли утворитися за сучасного клімату й у теперішньому ландшафті чи реліктові озера Карпат. Досить часто обговорюється питання – чи є реліктом зледеніння «вічна» мерзлота, що на Землі охоплює значну площу.

Реліктовими є деякі складові флори та фауни помірною поясу, що вижили у певних сприятливих умовах ще з льодовикового періоду або ж, навпаки, пережили зледеніння.

Наприклад, реліктовою є температура глибинних вод Світового океану (нижча за 3 °С – вона відповідає термічним умовам на Землі, що існували під час зледеніння) чи так зване реліктове випромінювання у Всесвіті.

Із принципом історизму пов'язані ще дві методологічні концепції фізичної географії:

1) *уніформізм* припускає, що й у минулому і в майбутньому на земній кулі відбувалось і відбуватиметься лише те, що ми спостерігаємо нині. Вперше (1832) англійський учений У. Уевелл<sup>1</sup> назвав уніморфізмом вчення Ч. Лайеля. В основу уніформізму було покладено твердження механістичного природознавства, що закони природи вічні й незмінні. В минулому діяли ті ж сили і з такою ж інтенсивністю і швидкістю, як і в сучасну епоху. Звідси випливала теза про одноманітність системи земних процесів впродовж всіх геологічних періодів.

2) другою методологічною концепцією принципу історизму у фізичній географії є *актуалізм*, в основі якого лежить твердження: сучасність – це ключ до розуміння минулого. Це принцип наукового пізнання процесів на Землі, їх реконструкції шляхом використання закономірностей, виявлених при вивченні сучасних фізико-географічних процесів.

Обидві ці концепції дещо схожі: вони обмежують пізнавальний процес відомими сценаріями, що їх можна вивчити в сучасності, безпосередньо, а потім – віднести до невідомих аспектів. У цілому це, можливо, так і є, але в деталях з такими обмеженнями погодитися не можна.

Наведемо деякі позитивні приклади фізико-географічного використання історико-географічного методу.

1. Знахідки морських терас у різних частинах суходолу дають змогу стверджувати, що в минулому (за відсутності зледеніння) рівень Світового океану був вищим за сучасний. Ще древні греки звернули увагу на наявність на таких терасах залишків моллюсків і дійшли здогадки, що межі моря й суходолу змінні.

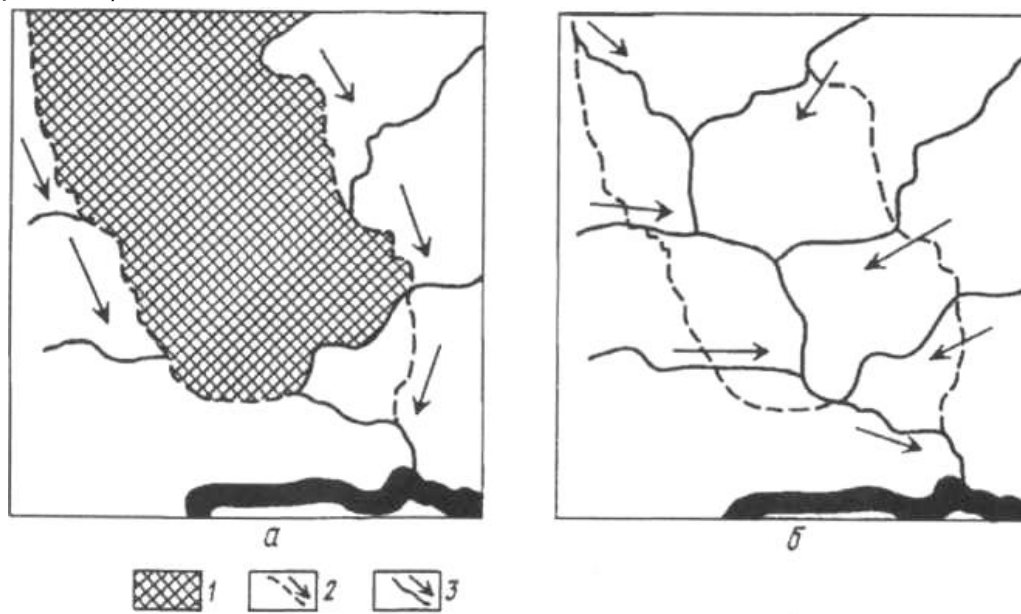
2. Сухі русла – «ваді» в пустелях Північної Африки та Аравії не могли утворитися за сучасних умов, бо тут майже немає регулярного стоку, і навіть в існуючому руслі вода не досягає гирла (точніше, сухої дельти). Їх наявність використовується

---

<sup>1</sup> Уільям Уевелл (William Whewell; 1794-1866) – англійський філософ, теолог, історик науки. Уевеллом вперше були введені англійські терміни «наука» – science і «вчений» – scientist, аналоги яких увійшли до багатьох мов світу

палеокліматологами як свідчення пльовіального (тобто багатого на опади) періоду в недалекій історії тих країв.

У межах України є також своєрідні «сухі русла» – добре розроблені долини, що перерізають межиріччя. Такі русла називають «мертвими», або ж наскрізними, чи прохідними долинами. Палеогеоморфологи пояснюють їх утворення умовами, відповідними льодовиковій епосі, коли лід, що був найпотужнішим у давніх річкових долинах, заважав стоку, і води мали перетікати в найнижчих ділянках вододілів, утворюючи тимчасові долини. Після танення льоду вони втратили живлення, бо давні річкові долини глибші, мають постійні водозбори, й лишилися самі собою в змертвілому вигляді (рис. 7.1).



1 – льодовик, 2 – тимчасові долини, 3 – давні стабільні річкові долини

**Рис. 7.1. Утворення під час зледеніння тимчасових прохідних долин (а) та їх змертвіння (б) після танення льоду (Багров та ін., 2000)**

У фізичній географії засади історизму активно розвивав відомий австрійський географ і геоморфолог Альбрехт Пенк – один з авторів альпійської палеогеографічної шкали плейстоцену (льодовикового періоду). Він, разом із К. Брікнером, використав окремі знахідки давніх льодовикових відкладів у передгір'ях та долинах Альп для відтворення циклічності зледенінь, а льодовикові епохи назвав за населеними пунктами, поблизу яких були розташовані ці стадіальні морени: Гюнц, Міндель, Рісс та Вюрм.

Згодом уніформізм, як і актуалізм, піддався критиці, яка особливо посилилася після появи роботи Ч. Дарвіна «Походження видів» (1859). У ХХ ст. було встановлено, що історія зовнішніх оболонок Землі (атмосфери, гідросфери, біосфери, літосфери) має риси незворотного розвитку (Багров та ін., 2000):

1. Відомо, що на ранніх стадіях існування Землі як природного тіла, Місяць був у 10-20 разів ближче до Землі і його припливоутворювальна сила спричиняла припливну хвилю заввишки 100 й більше метрів і виділення величезної кількості теплової енергії,

що перевищувала решту її джерел. За таких умов і динаміка, і термодинаміка Землі в цілому, і умови на земній поверхні були істотно іншими й недосяжними нашої уяві.

2. Протягом тривалого часу на Землі не було впорядкованої системи річок. Річкові системи сучасного типу вперше утворились після тріасу (тобто в останній третині геологічної історії Землі). Не було й ландшафтів у звичайному вигляді (вони ще молодші – утворились уже в кайнозої). У палеогеографічних реконструкціях не можна уявити відсутність упорядкованого стоку та природних ландшафтів у нашому розумінні, бо інакше значна частина наших понять видається фантастичною. Між іншим, геологи традиційно відтворюють палеогеографічні обстановки за давніми черепашками (палеонтологічний метод), вважаючи, що таких залишків вистачає, аби пізнати минуле.

3. У палеогеографічних побудовах не можна уявити відсутність у давні геологічні епохи ґрунтово-рослинного покриву на суші (а він почав лише формуватися близько 350 млн. років тому). За відсутності цього покриву зовсім іншою була протидія земної поверхні до агентів денудації (бо ґрунт та рослини підвищують її в сучасному ландшафті в 10-1000 разів), тому істотнішими були й руйнівні процеси денудації суші. Тут використання актуалізму є недоречним.

4. Деякі з гірських порід виникали лише за умов, що докорінно відрізняються від сучасних. Наприклад, загальновідомі залізні руди Криворіжжя могли сформуватися лише у відновлювальному середовищі, тобто за відсутності вільного кисню, що мало місце понад 2 млрд. років тому. В сучасності такі умови виникають лише локально, оскільки географічна оболонка – киснева система. Отже, й тут уніформізм видається за достатньо обмежану концепцію.

5. У майбутньому внаслідок розвитку людства та науково-технічного прогресу можуть скластися такі умови на земній поверхні, що їх ми навіть не уявляємо, та й люди, власне, можуть набути інших якостей.

Незважаючи на наведені обмеження й вади, уніформізм та актуалізм відіграли величезну роль у розкритті минулого навіть за умов, що вони дещо звузили наше розуміння недосяжного в сучасній природі (такого, що не можна охопити уявою), обмежуючи його звичайним і зрозумілим. Але все ж таки згодом було здійснено перехід до принципу еволюційного розвитку Землі та її мешканців.

## **7.2. Принцип розвитку (еволюційний)**

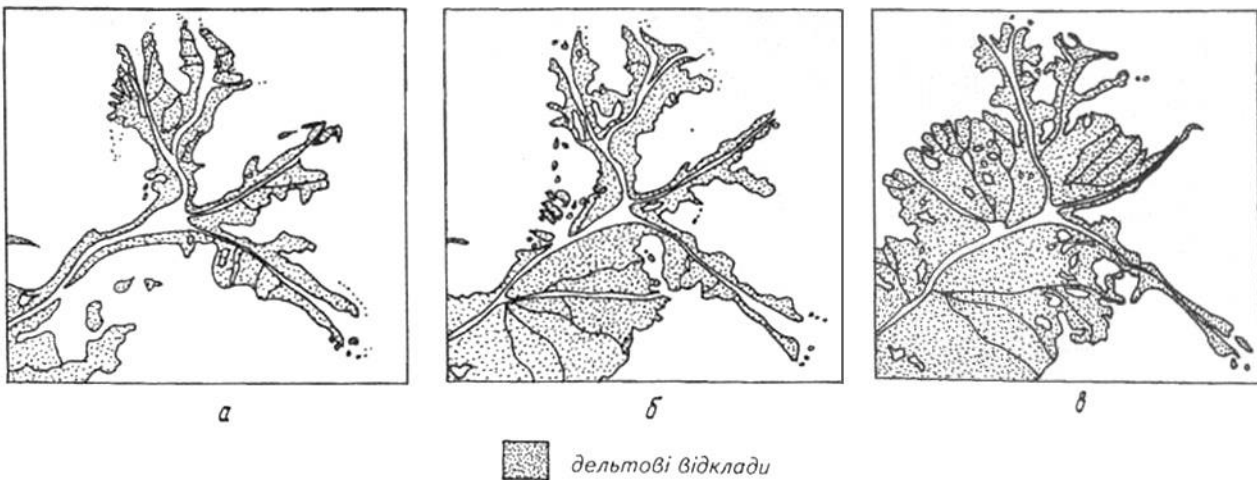
Для усіх фізико-географічних об'єктів і явищ характерні різні види динаміки, але загальною тенденцією є поступова зміна природи Землі що простежується в зникненні старих і виникненні нових природних комплексів.

Наприклад, у процесі розвитку природних комплексів, пов'язаних з ерозійними формами рельєфу, спостерігається постійне їх ускладнення доти, поки ці форми не досягають стану зрілості. На цій стадії починається їх поступове спрощення, але це

спрощення відносно і не є прямим поверненням до старого. Відбувається деяке видиме спрощення, однак коли кількісні зміни досягають певних меж, відбувається швидкий перехід у нову якість. Цей перехід у природі ми не завжди можемо фіксувати, точно вказавши, коли саме старий комплекс переходить у новий.

У кожному ландшафті представлені елементи різного віку: реліктові, консервативні й прогресивні. Реліктові, як уже вказувалося, зберігаються від минулих епох. Консервативні елементи перебувають у залежності від сучасних природних умов. Вони переважають у ландшафті й визначають його морфологічну структуру. А прогресивні елементи підкреслюють динамічність ландшафту, тенденцію його подальшого розвитку. Поступове збільшення в ландшафті кількості прогресивних елементів і витіснення ними консервативних чи реліктових на певній стадії приводить до перетворення ландшафту в інший. Таким чином, будь-який ландшафт чи інший природний комплекс виникає, розвивається і вмирає, даючи початок новому, тобто кожний з них має певний вік.

Встановити вік ландшафту проблемно, оскільки ми ще не можемо конкретно визначити, який час вважати початком його народження, смерті та ін. Для цього використовуються палеогеографічні моменти – метод еволюційних зрізів. Відомо, що в молодому ландшафті ще зберігається багато реліктових елементів; у зрілому – багато консервативних, у старому – паростки нових, прогресивних елементів. Одні й ті самі утворення відрізняються за віком; з часом вони набувають різних властивостей та темпу процесу, незважаючи навіть на схожість умов існування (рис. 7.2).



**Рис. 7.2.** Стадії розвитку дельти р. Міссісіпі протягом 100 років: а – 1835 р., б – 1885 р., в – 1935 р. (Багров та ін., 2000)

Принцип історизму становить концептуальну частину історико-географічного методу фізичної географії – на основі аналізу сучасної картини природи земної поверхні відтворювати умови минулого (однак при зазначених обмеженнях). Звичайно дослідники виходять з того, що в будові будь-якої території одночасно спостерігаємо риси минулого (реліктові), зародки майбутнього – прогресивні утворення, що проявляються на загальному тлі сучасного. Лише вмючи їх побачити і розділити, можливо дати

правильний аналіз будови земної поверхні й скласти обґрунтований прогноз її подальшого розвитку.

### 7.3. Генетичний принцип

З історизмом тісно пов'язаний генетичний принцип, що визначає необхідність аналізу походження та умов утворення кожного досліджуваного явища.

Наведені вище (див. 7.1) приклади однаковою мірою характеризують, поряд з історичною, й генетичну парадигму, оскільки давні явища важко простежити, не визначивши їхнього походження. Тому досить часто названі два принципи розглядаються спільно, утворюючи відомий *історико-генетичний принцип пізнання*, на якому ґрунтується однойменний метод, який вважають чи не найсуттєвішим у фізичній географії. Зокрема цей метод надзвичайно характерний для геоморфології, кінцева мета якої відповідає виявленню походження та віку форм рельєфу, використовуючи для цього його зовнішні особливості та геологічну будову.

У сучасній фізичній географії – здебільшого через запровадження системно-структурного та структурно-функціонального підходів – роль історико-генетичного методу дещо відсунута на задній план заради того, щоб зосередити увагу на пізнанні природних «механізмів» географічних процесів та явищ з метою їх регулювання для забезпечення екологічної безпеки людства. Тому важливішими здаються такі підходи й методи, котрі дають змогу пізнавати динаміку й функціонування процесів, що традиційно використовуються в метеорології, гідрології та геохімії й побудовані на вивченні загальних й окремих зв'язків явищ.

### 7.4. Принцип загального зв'язку явищ

Це один з найуніверсальніших принципів фізичної географії, який взагалі є наріжним каменем натурфілософії щодо неможливості незалежного, відокремленого існування явищ на земній поверхні й через це – щодо недостатності знань про кожне окреме явище без урахування його місця серед інших явищ та зв'язків, що існують між ними.

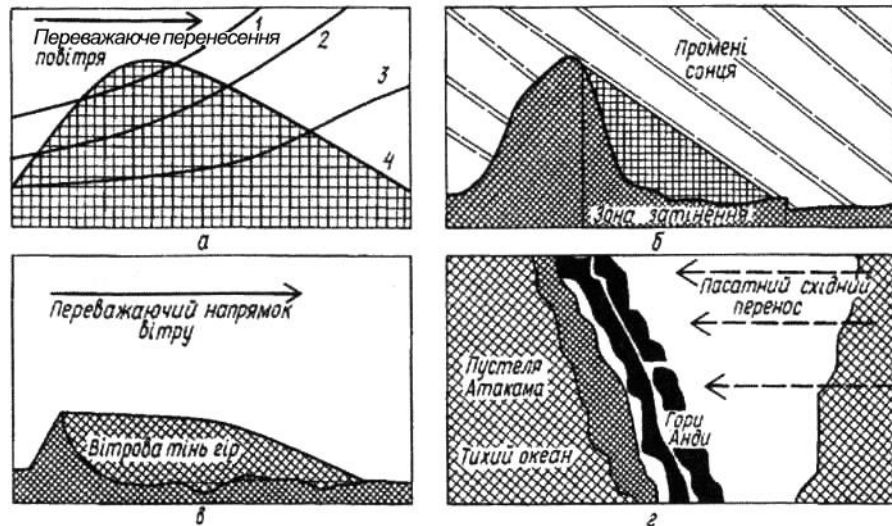
У фізичній географії розрізняють зв'язки територіальні та функціональні.

Територіальні зв'язки визначаються:

- місцеположенням кожного явища, що розглядається відокремлено від інших;
- співвідношенням з іншими об'єктами і явищами, навіть якщо між ними зовсім немає або є незначний обмін речовиною та енергією, але водночас взаємне положення кількох явищ впливає на процеси в кожному з них; наприклад, з положенням природного комплексу в зоні впливу гірського хребта пов'язані надходження сонячної енергії,

кількість опадів та інші процеси, що безпосередньо з того хребта не починаються, але залежать від нього вирішальним чином (рис. 7.3);

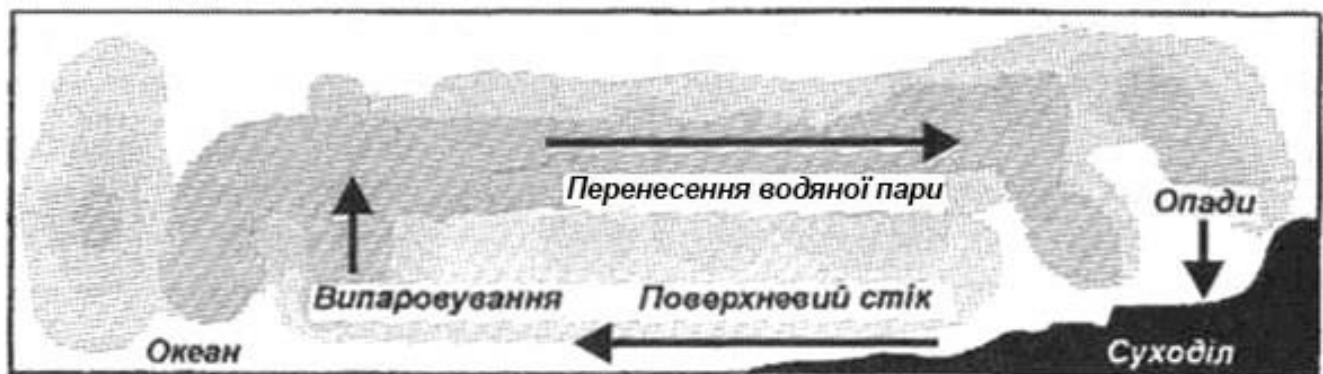
- сусідством природного комплексу з іншими, тобто наявністю спільних меж, завдяки чому спостерігається обмін речовиною та енергією, а також такими складовими геосистемами, як, наприклад, живі істоти. Сусідні комплекси можуть належати до однієї системи вищого рангу, але можуть бути й складовими різних систем.



а – зміна положення висотних географічних зон через відмінності в надходженні вологого повітря (на підвітряному схилі зони 1-4 зміщено догори); б – обмежене надходження сонячної радіації у тіньовому схилі гір; в – «зона затишку» у вітровій тіні гірського пасма; г – утворення пустелі на березі Тихого океану (гори Анди – перешкода надходженню вологого повітря).

**Рис. 7.3. Приклади територіальної взаємодії** (Багров та ін., 2000)

З наведених прикладів випливає, що територіальні зв'язки проявляються через певні функціональні зв'язки (рис. 7.4).



**Рис. 7.4. Вологообіг як приклад функціональної взаємодії** (Багров та ін., 2000)

Окремим вираженням цього принципу фізичної географії є постулат цілісності географічної оболонки: зміна першої-ліпшої складової, що перевищує деяке значення – поріг чутливості, неодмінно має наслідки в решті складових цієї системи, спричиняючи загальні зміни її стану (перебудову, релаксацію), кінцевий ефект чого непередбачуваний.



## 7.5. Принцип емерджентності

Цей термін у перекладі з англійської означає непередбачуваність, появу властивостей (якостей), які не можна заздалегідь визначити через їхню відсутність у жодному з утворювачів – компонентів даного явища. Емерджентність проявляється по-різному залежно від складу та комплексності системи, кількості елементів, що її утворюють.

Найпростішим є пізнання емерджентності засобами хімії, де властивості сумішей або ж сполук елементів відрізняються від кожного з утворювачів. Відомо, що подібність сполук до елементів-утворювачів – рідше виняток, аніж правило. Тобто в світі хімії емерджентність звичайна.

Але й у географічних системах вистачає таких проявів. Наведемо деякі фізико-географічні приклади (Багров та ін., 2000).

1. Залежно від наявності та кількості водяної пари в атмосферному повітрі його особливості суттєво змінюються. Якщо до повітря (маса 1 м<sup>3</sup> якого становить за нормального тиску близько 1030 г) додати кілька грамів водяної пари (близько 20 г при температурі +20 °С), то таке повітря втратить стійкість і стане здійматися вгору, внаслідок чого виникне ціла низка атмосферних процесів.

2. Властивості земної поверхні стосовно, наприклад, рельєфоутворювання суттєво змінюються, набуваючи нових якостей, залежно від наявності чи відсутності ґрунтового-рослинного покриву. Поверхня пухких гірських порід, наприклад, лесовидних суглинків, більш уразлива до ерозії, ніж та, що вкрита суцільним ґрунтового-рослинним покривом.

3. Випадіння снігу на суходіл у помірному поясі може спричинити таку втрату в надходженні сонячної енергії, як ніби ця територія одразу опинилася за полярним колом, бо колір та відбивна здатність поверхні визначають прибуткову частину радіаційного балансу: чим поверхня яскравіша, тим, звичайно, менша частина сонячної енергії нею засвоюється, отже, яскравий (світлий) колір сприяє її охолодженню.

4. Незначна плівка нафти на поверхні водойми або океану різко зменшує випаровування, утруднює газообмін між водою та повітрям, загрожує дрібним живим істотам, що входять до планктону, – а від нього починається харчовий ланцюг у водному середовищі, отже, вона докорінно змінює властивості середовища, хоч кількісно така мала, що сприймається як неістотний факт (достатньо лише відра нафти на гектар поверхні, щоб під нафтовою плівкою від процесів випаровування було ізольовано тисячі тонн води).

Якщо проаналізувати подібні приклади, то дійдемо висновку, що емерджентність можна визначити як певний множник, додаток або функцію, що впливає на просторово-часові властивості геосистем або ж географічної оболонки в цілому.

Інакше кажучи, емерджентність – це нова якість або сукупність таких якостей, що виявляються в географічній системі за умови зміни кількості її складових. Тобто – це

здатність набувати непередбачувані нові властивості, що виявляються лише за умов поєднання певних складових елементів, жоден з яких цих властивостей не має.

В.О. Боков, спеціально досліджуючи проблему впливу просторово-часових зв'язків на формування властивостей геосистем, звертає увагу на те, що поява нових якостей геосистем є проявом *неінваріантності* (тобто відсутності незалежності) стосовно перетворення масштабу, відомого з фізики. При цьому маються на увазі такі методологічні постулати.

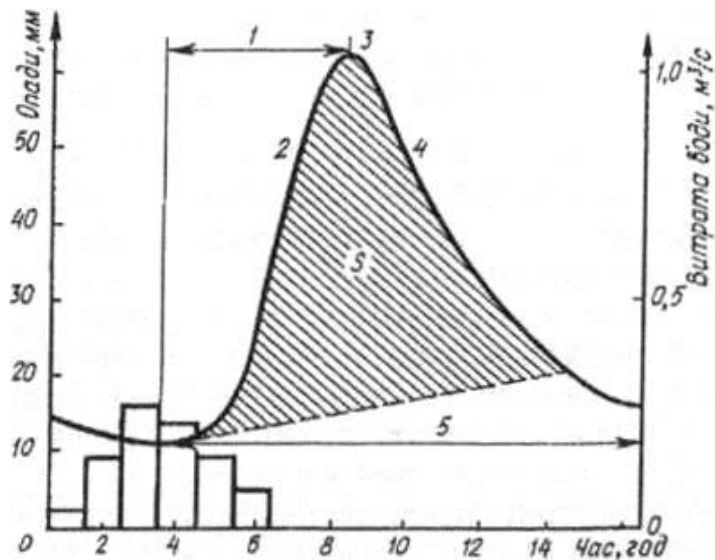
1. Зі зміною розміру геосистеми змінюється співвідношення вертикальних та горизонтальних розмірів: чим система більша за площею, тим менше її вертикальна потужність, і вона, врешті-решт, наближається за своїми властивостями до плівки (наприклад, вертикальна потужність географічної оболонки, яка становить близько 20 км, у 3000 разів менша за радіус Землі й незрівнянно мала порівняно з площею поверхні земної кулі – 510 млн км<sup>2</sup>). Натомість природні геосистеми найнижчих рангів можуть набувати вертикальної потужності (тобто товщини), що перевищує горизонтальну протяжність.

2. Відомим є закон факторної відносності рельєфу (за М.І. Макавеевим, І.Г. Черваньовим), згідно з яким форми рельєфу залежно від своєї розмірності неодноразово та по-різному реагують на одні й ті самі зовнішні дії. Через це на комплексній поверхні, що звичайно складається з форм різного рангу, одночасно відбуваються процеси різної, навіть протилежної спрямованості, що спричиняє ускладнення структури та функціональних зв'язків у геосистемі.

3. Відомим є *явище просторової компенсації*, що має кілька проявів:

- збільшення опадів в одній частині земної поверхні найчастіше компенсується їх нестачею в інших місцях (оскільки загальний вологообіг сталий і визначається надходженням сонячної енергії);
- жарке літо в субарктиці досить часто відповідає прохолодному в помірному поясі з тієї самої причини – обмеженості загального надходження сонячної енергії;
- чим більша площа водозбору, тим більша імовірність, що певні відхилення від фону, спричинені зовнішніми впливами, будуть компенсовані протилежними змінами безпосередньо в системі. Розглянемо вплив зливи на режим стоку в річковій системі (рис. 7.5). Безпосередньо в малому басейні, де була злива, стрімко зростають витрати води в створі; якщо взяти віддалений створ, то вплив тієї зливи на гідрограф стоку набагато спізнюється відносно першого створу, незначний, розтягнений у часі та взагалі невиразний.

4. Мають місце певні критичні просторово-часові характеристики, тобто такі, коли перевищення їх значень (або ж навпаки) стрибкоподібно впливає на стан та режим геосистеми чи певного процесу.

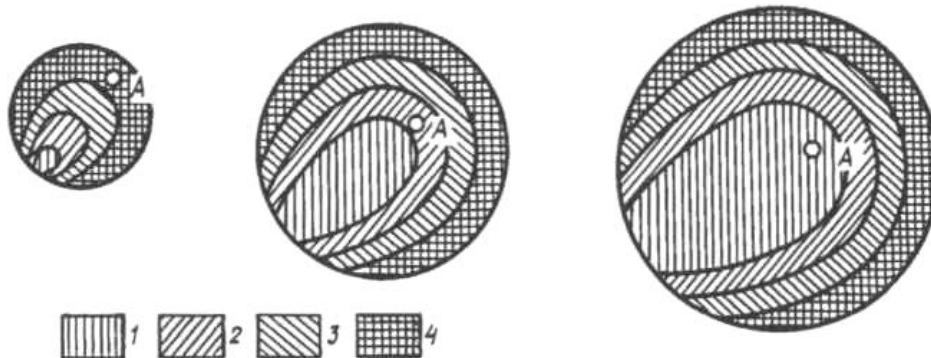


1 – запізнення максимуму стоку  $Q$  від часу найбільшої зливи; 2, 4 – відповідно висхідна та низхідна гілки гідрографа; 5 – час релаксації системи (3 год.); штрихова лінія – графік нормального стоку ( $S$  – надлишковий зливний стік)

**Рис. 7.5. Просторово-часова компенсація (вплив зливи на гідрограф стоку)** (Багров та ін., 2000)

Наведемо деякі прояви цієї властивості:

- в міру збільшення площі поверхні материка змінюється і ускладнюється структура його широтних зон (рис. 7.6);



1 – аридні ландшафти; 2 – напіваридні; 3 – напівгумідні; 4 – гумідні ландшафти (A – географічний пункт)

**Рис. 7.6. Залежність структури географічних зон від розміру й положення ідеального материка** (Багров та ін., 2000)

- на малих островах не можуть існувати дуже великі тварини, а розміри одних і тих же видів тварин тут менші, ніж на материк;

- існують критичні значення площі лісистості, можливої ширини атолів, тривалості певних явищ та відповідні співвідношення між явищами; наприклад, у невеликій водоймі не може розвиватися така вітрова хвиля, як в океані; в невеличких гаях, навіть близько розміщених, не водяться великі тварини тощо; відхилення від норми призводить до руйнування чи докорінної перебудови геосистеми;

- властивості однієї й тієї самої речовини залежать від об'єму, розміру частинок (роздрібненості) та площі поверхні; тому, наприклад, властивості глинистої речовини незрівняні з вихідною кристалічною гірською породою; якості природних вод у

географічній оболонці не можна звести ані до власне хімічних, або лише фізичних чи геологічних – вони є характерним (лише для земної поверхні) комплексним утворенням;

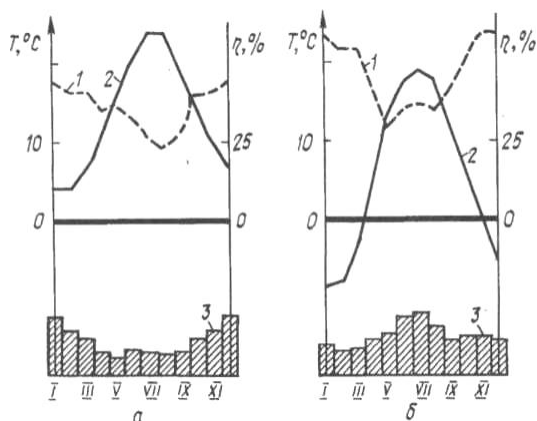
- одні й ті самі системи набувають різних властивостей у разі їх взаємної перестановки або зміни положення – *просторова некомутативність* (за В.О. Боковим); відомий ефект виникнення в Антарктиді материкового зледеніння через те, що материк, рухаючись разом із літосферною плитою, опинився в приполярному районі, а рівень його поверхні перевищив висоту снігової лінії;

- поряд із просторовою слід казати й про *часову некомутативність*:

- від перестановки подій у розвитку геосистеми її стан може як завгодно суттєво змінитись або ж лишитися сталим залежно від певної послідовності тих подій; наприклад, два дощі, що відбуваються один за одним, «помічаються» геосистемою як один і той самий дощ (другий непомітний услід за першим); дощ після тривалого сухого періоду – це зовсім інше за наслідками явище; або одна й та сама за метеорологічними показниками злива спричиняє різний гідрологічний ефект залежно від фенофази рослин, сухості чи вологості ґрунту тощо.

Такі поняття, як частка лісистості, середньорічна кількість опадів, норма стоку тощо, котрі використовуються в науках про Землю, мають дуже обмежене застосування у загальній фізичній географії, оскільки набувають різного значення, залежно від ситуації, навіть якщо відображаються одним і тим самим показником.

На рис. 7.7 показано два варіанти розподілу протягом року однієї й тієї самої кількості опадів: у першому випадку (рис. 7.7а) спостерігаємо сухе літо: протягом двох літніх місяців опадів зовсім немає, на Південному березі Криму. У другому випадку кількість опадів відповідає надходженню тепла від Сонця, як, наприклад, у межах більшої частини України (рис. 7.7б).



а – у субтропічному середземноморському кліматі (м. Ялта); б – у помірному кліматі (м. Київ): 1 – відносна вологість повітря  $r$ , 2 – середні місячні температури; 3 – річний хід опадів

**Рис. 7.7. Розподіл метеоелементів протягом року**  
(Багров та ін., 2000)

З наведених методологічних принципів випливають і певні практичні висновки, найголовніший з них – не всяка зміна в природних системах адекватна тому зовнішньому впливу, котрий заподіяно, наприклад, у результаті господарської діяльності або ж через стихійні події. Інакше кажучи, важливо не лише скільки, а й коли, як, у якій послідовності тощо. Наприклад:

1. Відомо, що скидання у водойми забруднень звичайно роблять під час повеней, розраховуючи на те, що токсичні скиди будуть більше розбавлені чистою водою. Однак, при таких міркуваннях, не враховують цілу низку обставин. Насамперед, рано навесні організми-«чистильники» води ще неактивні, тому самоочищення відбувається повільно. По-друге, через масову хімізацію сільського господарства, безладне використання та погане зберігання добрив і пестицидів навесні істотна їх частка одразу ж опиняється в повеневих водах, створюючи некерований «залповий» скид. Нарешті, навесні відбувається відтворення живої природи, яка саме в цей час надто вразлива. Отже, відповідні нормативи щодо захисту поверхневого стоку мають бути узгоджені з багатьма іншими показниками, а не лише водністю водотоків.

2. Підприємства-забруднювачі повітря переважно здійснюють викиди в темну пору доби, щоб не отруювати персонал. Але саме вночі найчастіше установлюється інверсія температури, оскільки поверхня ґрунту вихолоняє й охолоджує повітря, а останнє до того ж стікає в пониззя місцевості. Через інверсію вертикальна циркуляція сповільнюється й обмежується невеликим простором, тому викиди стають набагато токсичніші, ніж у тому випадку, якби це сталося вдень.

3. На оброблюваних землях ще й досі існує хибна практика внесення добрив одразу після танення снігу, а інколи і поверх снігового покриву. Не кажучи вже про те, що у останньому випадку більша частина найактивнішої, рухомішої речовини витрачається на угноєння водоймищ, що спричиняє їх цвітіння (евтрофікацію) за рахунок синьо-зелених водоростей, завдається шкода й ґрунту. У цей час біота ґрунту ще «спить», і «залпове» надходження хімікатів у поверхневу частину ґрунту, де вони й концентруються насамперед, у міру його відтанення створює негативний ефект щодо біоти.

#### **Запитання і завдання для самостійної роботи та самоконтролю:**

1. Спробуйте запропонувати систему саморегулювання: а) безвідносно галузі знання чи техніки; б) стосовно саме географічної оболонки.
2. Наведіть приклади просторово-часової компенсації в географічних явищах.
3. Користуючись картами географічного атласу, покажіть прояви залежності площі взаємодії географічних явищ від складності межі між ними.

## **Тема 8. МЕТОДИ ФІЗИЧНОЇ ГЕОГРАФІЇ**

- 8.1. Групи методів фізичної географії
- 8.2. Спостереження, як метод здобуття інформації
- 8.3. Логічні методи: споглядання та розмірковування
- 8.4. Теоретичні методи

## 8.1. Групи методів фізичної географії

*Методом* називають сукупність дослідницьких дій, що свідомо застосовуються для здобуття нових знань. Розроблений метод дослідження є основним показником розвиненості науки, а вміння добирати метод та доречно його використовувати – мірилом професіоналізму.

Ставлення до методів у науці таке важливе, що навіть розроблено комплекс засобів контролю доцільності та обґрунтування їх застосування. Найліпшого вигляду ця справа має в таких галузях знання, як точні науки, де існує ціла низка засобів обґрунтування можливості запровадження методу (змістовна й формальна постановка задачі, формулювання вихідних знань, визначення наперед критеріїв для оцінки результату, дослідження останнього тощо), а також у медицині, екології, де є високий ступінь відповідальності за впроваджуваний метод (наприклад, коли йдеться про організм людини), тому й тут існують засоби незалежного контролю вибору методу (дублювання, експертиза фахівців – консиліум у медицині, поєднання таких методів, що незалежно зумовлюють результат).

Звичайним критерієм, що застосовується для перевірки достовірності знань, здобутих певним методом, є відтворюваність результату, тобто можливість отримати аналогічні результати, неодноразово використовуючи той самий метод.

Доцільність застосування методу зазвичай оцінюють показником стійкості результату, тобто неістотністю його коливань за таких самих незначних змін вихідних даних. Якщо результат зовсім не реагує на певні коливання вихідних даних чи умов дослідження, метод вважають нечутливим; у разі, коли незначні зміни вихідних даних або умов проведення досліду призводять до суттєвих коливань результату, вважають, що метод нестійкий. Обидва випадки виключають застосування того методу, що перевіряється.

У географічних дослідженнях метод отримання результату часто не визначається дослідником зовсім або обирається довільно. З цього погляду географія є прямим спадкоємцем натурфілософії, що по суті не використовувала жодного методу пізнання, крім людського розуму. Ставлення до цього може бути і є різним (наприклад, з погляду представників точного знання – це недолік науки).

Звичайно, відсутність суворих правил застосування методів та алгоритмів отримання знань заважає розвитку науки – майже кожен дослідник змушений знову створювати власний методичний арсенал. Саме тому й результати стосовно одного об'єкта, добуті різними географами, різні (тобто вони невідтворювані). В цьому географічна діяльність подібна до мистецтва. Лише в деяких галузях географії вироблено певні правила, схеми, форми отримання знань (метеорологія, гідрологія, ландшафтознавство, деякою мірою геоморфологія); алгоритми обробки інформації (метеорологія) тощо. Але в цілому у фізичній географії таких правил немає. Тому

картина земної поверхні та планетарних процесів, відтворена різними вченими, істотно різняться.

Втім, існує й інший погляд: формалізація, алгоритмізація сковують дослідника, тому в таких складних науках, як географія, ці методи не зовсім відповідають об'єкту вивчення.

Розглянемо лише групи методів, що застосовуються у фізичній географії (рис. 8.1).

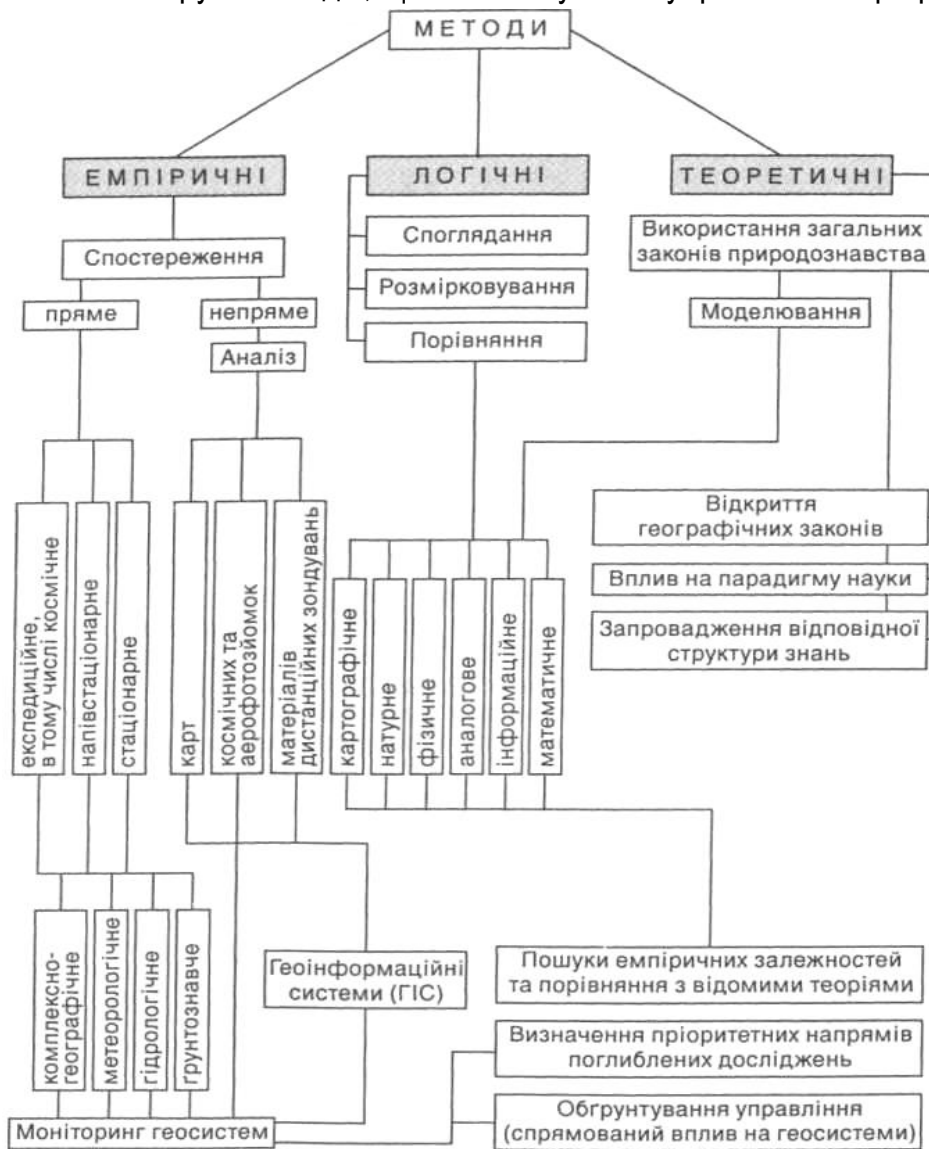


Рис. 8.1. Система методів фізичної географії (Багров та ін., 2000)

## 8.2. Спостереження, як метод здобуття інформації

Методи здобуття первинної географічної інформації пов'язані з безпосередніми спостереженнями (контактні методи, бо дослідник саме перебуває на досліджуваному об'єкті). Найбільше значення для фізичної географії мають метеорологічні та океанографічні спостереження.

1. Система метеорологічних спостережень утворює Світову мережу метеорологічних даних – найдосконалішу моніторингову систему.

Дані щоденних метеорологічних спостережень систематично надходять до Світових центрів метеорологічних даних (у Вашингтоні, Мельбурні та Москві), де вони щоденно за певними термінами обробляються в комп'ютерних системах метеорологічних центрів за одними й тими самими алгоритмами та аналізуються у сукупності. Метеорологічна мережа є своєрідним еталоном організації збирання первинної інформації. Вона забезпечує інформацією про просторово-часову плинність параметрів кліматичної системи «атмосфера – земна поверхня».

2. Система гідрологічних та океанографічних спостережень (що за рівнем досконалості наближається до метеорологічної) призначена для спостереження за станом, рухом і зміною властивостей водних середовищ на земній поверхні.

3. Мережа геофізичних станцій різного призначення, де здійснюють спостереження за різноманітними фізичними процесами, окрім тих, що вже було названо: у високих шарах атмосфери – стратосфері, мезосфері, термосфері, для чого використовують літальні апарати (кулі-зонди, геофізичні ракети тощо), та в надрах Землі (сейсмічні, гравіметричні, магнітометричні спостереження й вимірювання).

4. Біосферні та національні заповідники, стаціонари, тестові ділянки тощо, де здійснюють комплексні систематичні спостереження за геосистемами чи їх складовими за певною програмою та ведуть «Літопис природи», що є еталоном природного процесу, котрий спостерігають на певній території.

5. Моніторингові станції – вузлові пункти пильнування тих змін (насамперед несприятливих), що відбуваються в природних чи антропогенних системах. За розмірами систем, що спостерігаються, моніторинг поділяється на глобальний, регіональний і локальний. Залежно від того, спостерігають за нормою чи аномалією, виділяють фоновий та імпактний моніторинг.

Для поточної обробки первинної інформації застосовують частіше комп'ютерні засоби, геоінформаційні системи, що тепер уже стали невід'ємною складовою оснащення навіть невеликих дослідницьких ланок і можуть використовуватися просто неба завдяки автономному живленню.

Методи дистанційного здобуття первинної географічної інформації – сукупність методів дистанційного дослідження земної поверхні, атмосфери й океану, та результати таких досліджень.

Визначились такі засоби та технології дистанційного здобуття первинної географічної інформації:

1) прями спостереження Землі, що здійснюються з супутників, космічних кораблів чи станцій; вертикальне зондування всієї товщі атмосфери за допомогою геофізичних ракет;



2) фотографічні зйомки: чорно-біла, кольорова, спектрзональна (одночасно в кількох вузьких зонах спектра);

3) телевізійна зйомка;

4) сканерна зйомка;

5) геофізичні зйомки: активні – радіолокаційне зондування відбиття земної поверхні; лазерна (лідарна) локація; пасивні – радіотеплова зйомка власного випромінювання земної поверхні, теплова (інфрачервона) зйомка земної поверхні й атмосфери, магнітометрична зйомка магнітного поля Землі, гравіметрична зйомка поля сили тяжіння;

6) геостаціонарні спостереження з супутника на геосинхронній орбіті, коли супутник обертається навколо Землі з кутовою швидкістю, яка відповідає добовому обертанню планети, відтак для спостерігача на Землі він здається нерухомим.

Результати дистанційних досліджень зазвичай передаються на Землю або безпосередньо під час спостереження, або ж через короткий термін під час сеансів зв'язку. Це спрощує прийом і первинну обробку спостережень, отже, така інформація не має обмежень щодо використання. Проте виникають інші ускладнення, пов'язані з проблемами перетворення, накопичення, змістовної інтерпретації даних, без чого вони лишаються марним інформаційним вантажем. Саме тут найширше розкриваються можливості фахівців, у тому числі географів. Інженерам потрібні змістовні постановки задач інтерпретації, дешифрування, порівняльного просторово-часового аналізу явищ, що потребує природничо-наукових знань та навіть інтуїції дослідників, котрі певний час вивчають земні процеси.

Рідше результати дистанційних методів можуть оброблятися після повернення носія інформації з Космосу на Землю, тобто не одночасно зі спостереженням. У деяких випадках (моніторинг швидкоплинних явищ, наприклад, ураганів, пожеж, забруднень повітря чи поширення нафтових плям на поверхні океану) інформація через це втрачає значущість.

Методи здобуття вторинної географічної інформації пов'язані з обробкою первинної інформації.

*Емпіричні узагальнення* – це висновки, що їх отримують через узагальнення дослідницьких результатів. Без узагальнень безліч результатів вимірювань, спостережень та розрахунків лишилась би поза увагою дослідників, а деякі галузі географії (наприклад, метеорологія) втратили б важливість для суспільства. Проте маємо зважати й на деякі обмеження емпіричних знань. Чим більшим за розміром є об'єкт дослідження та чим менш доступний він для спостереження, тим обмеженішими виявляються емпіричні можливості.

*Аналіз карт* є визнаним способом географічних узагальнень. Інформацію на фізико-географічних картах добре впорядковано (відповідно до структури легенди), сконцентровано, метризовано й територіально організовано таким чином, аби на її основі зручно було робити аналіз і порівнювати явища, вилучаючи найхарактерніші їх

поєднання. Певною мірою за картами можна робити й прогнози. Вже досить давно обговорюється феномен нарощування інформації в процесі її передачі через карту дослідників. Це суперечить загальним законам передачі інформації, що звичайно втрачається при кожному такому акті. Відомі картографи розуміють цей процес як дослідження людиною картографічного образу явища (чи території).

Прикладами відкриттів, що зроблені у фізичній географії на підставі аналізу карт, є такі:

- визначення географічних гомологій (певних відповідностей у будові земної поверхні, обрисах океану й суходолу тощо);
- формулювання В. В. Докучаєвим загального закону географічної зональності (1899 р.);
- висловлення А. Вегенером (1912 р.) гіпотези дрейфу материків (за схожістю обрисів континентів по обидва береги Атлантичного океану) тощо;
- виявлення Г. Катерфельдом (1962 р.) «критичних» паралелей та меридіанів (ліній розтягнення/стиснення в літосфері Землі).

У вивченні деяких явищ географічної оболонки певне місце посідають таблиці даних, котрі дають змогу впорядковано розглядати інформацію (насамперед формалізовану, тобто кількісну або напівкількісну).

*Табличні прийоми.* Побудова таблиць – це засіб упорядкування інформації, що дає змогу поєднати просторові та часові координати або ж створити багатовимірні системи упорядкування, які недоступні карті. Прикладом використання таблиць для отримання якісно нового знання є визначення співвідношень тепла й вологи в різних географічних зонах, що дало змогу А. О. Григор'єву та М. І. Будико відкрити Періодичний закон географічної зональності, подібний структурно до Періодичної системи елементів Д. І. Менделєєва.

Зауважимо, що структура таблиці відіграє таку ж саме роль, що й легенда карти. Вона визначає перелік та взаємне сполучення первинних показників, відповідно настановлюючи дослідника на певні аналогії та висновки.

У сучасних офісних комп'ютерних пакетах є кілька розвинених систем електронних таблиць (наприклад, Excel), що дають змогу здійснювати аналіз досконаліше та за складнішими алгоритмами, ніж це дозволяють властивості людського мозку.

*Графічні прийоми* є важливою вторинною інформацією, що використовується у фізичній географії. Найчастіше графіки дають змогу визначити один показник у зв'язку з іншим, тобто характеризують певні функціональні залежності. Іноді використовують і складніші залежності, відображені у вигляді псевдокарт – тобто таких графіків, що відображають функцію від двох аргументів одразу.

Характерним графіком, що широко застосовується у фізичній географії, є профіль – вертикальний розріз (перетин) географічної оболонки або ж певної геосфери чи її частини. На такому графіку показано функцію (стан у певній частині простору) від двох

геометричних аргументів – протяжності та висоти (глибини). Особливістю зображень таких профілів є невідповідність вертикального й горизонтального масштабів, чого, власне, не буває на географічній карті. У вигляді профілів подаються будова літосфери та земної кори, Світового океану, атмосфери тощо.

*Описи.* Нарешті, достатньо велике значення у фізичній належить описам, що також є вторинною інформацією (*вербальний рівень інформації*). Насамперед це стосується характеристик природи невідомих країн, але найбільшою мірою – як засіб пізнання поглядів видатних географів стосовно певних явищ, бо в цьому розумінні немає іншого засобу отримання та й збереження таких знань.

### **8.3. Логічні методи: споглядання та розмірковування**

Істотна кількість фізико-географічних уявлень виникла завдяки спогляданню та розмірковуванню: про будову Всесвіту (музично-числова модель Всесвіту піфагорійців, що їй понад 2500 років); атомна модель речовини Демокріта (що ніяк інакше не могла виникнути, аніж через розмірковування) тощо. Навіть найсучасніші системні уявлення про Всесвіт – також є наслідком споглядання.

Отже, результатом споглядання та розмірковування є гіпотези, що їх потім вивчає й приймає або ж відкидає конкретне знання.

На відміну від інших методів, що спираються на фактичний матеріал, змоглядність у чистому вигляді є логічною побудовою.

Серед змоглядних форм аналізу найбільшу роль у фізичній географії відіграє *системний підхід*, що його вже було розглянуто як парадигму. Зазначимо, що немає реальної можливості довести, що Всесвіт – це фізично реальна система, та водночас уявлення про нього як про систему дало можливість суттєво просунутись у розумінні, наприклад, загальноприйнятої тепер теорії нестационарності Всесвіту.

У сучасній геоєкології на розмірковуванні побудовано твердження про майбутнє природи й людства та їх коеволюцію, бо інакше немає змоги дійти розуміння тих наступних ситуацій, що мають виникнути в умовах, коли ми їх нездатні промодельовати.

Часто географи шукають можливості довести змоглядні результати, користуючись більш прийнятними засобами отримання знань: лабораторним дослідом, моделюванням тощо. Дійсно, сучасна наука потребує доказів змоглядності, щоб уникнути ненауковості.

Нині спостерігаємо двоїсте ставлення до змоглядних методів. З одного боку, саме термін «змоглядний» вживається з негативним відтінком. Поряд з цим, з іншого боку, основні здобутки фізичної географії отримано саме через споглядання та розмірковування, що вже потім (і не завжди) було підтверджено фактичним матеріалом та експериментом, тобто їх значущість очевидна.

Як доказ вагомості цих методів назвемо концепцію біосфери В.І. Вернадського або ж його ідею ноосфери, що є по суті змоглядним знанням.

Отже, у фізичній географії до уможливлених методів маємо ставитись як до серйозного засобу пізнання – насамперед через неосяжність емпіричного об'єкта дослідження. В цьому розумінні фізична географія відрізняється від багатьох природознавчих наук.

#### 8.4. Теоретичні методи

Емпіричні закономірності, виявлені під час узагальнення дослідницького матеріалу, оцінюються насамперед з погляду розбіжності чи узгодженості щодо фундаментальних наукових положень, що складають загальну канву науки. Це закони фізики, хімії, біології. Як відомо, природні об'єкти не диференційовані за законами або ж світом природи, тому виділити їхні прояви – це вже саме по собі важливий науковий результат. Але ще суттєвішим є ототожнення конкретно-географічного об'єкта чи прояву з певним, відповідним йому фундаментальним законом.

Виявлення таких відповідностей базується на спеціальних процедурах, що складають основний зміст *теорії подібності*. Згідно з цією теорією завжди існують рівняння, за якими можна визначити зв'язки між параметрами конкретно-наукової (географічної) системи, з одного боку, й фундаментальними законами – з іншого.

Втім, трапляється, що емпіричні результати суперечать теорії. Така ситуація виникає внаслідок принаймні двох можливих варіантів:

1) теоретичні знання є неповними – тоді нові спостереження спонукають теоретиків до пояснення розбіжностей і дають поштовх до розвитку теорії;

2) експеримент неточний, неповний або вимірювання недосконалі тощо – тоді теорія є пробним каменем для оцінки якості експериментальних даних.

Для з'ясування, який із варіантів має місце, застосовують повторні експерименти, незалежну перевірку іншим методом, експертизу тощо.

Зауважимо, що використання теоретично строгих методів часто дає змогу спростувати помилкові положення науки, хай навіть вони добре вкорінились і не викликають сумнівів.

*Абстрагування як теоретичний метод.* Абстрагування – це приведення конкретного матеріалу (фактів, спостережень, узагальнень) до певної загальної форми, коли індивідуальні відмінності, притаманні даній сфері знання, втрачаються. Найпростішим способом абстрагування є заміна іменованих величин якимись іншими, більш абстрактними: частками одиниці, процентами тощо, від чого відразу втрачається обмежувальний вплив конкретності й на перший план виступає закономірність чисел. Також абстрагування дає змогу звести конкретну задачу до певного типового загального способу розв'язання.

Інакше кажучи, абстрагування – це виділення загального, що є в досліджуваних об'єктах, через відмову від конкретного. Парадоксально, але факт: відкидання

конкретного в науці дає змогу глибше й детальніше досліджувати найсуттєвіші властивості загального. Найвідповідальнішим запитанням лишається таке: де та межа, за якою конкретне переходить в абстрактне, тобто як знайти доцільний рівень узагальнення? Визначення рівня абстрагування є важливим етапом будь-якого фізико-географічного дослідження.

Абстрагування спричиняє введення до фізичної географії певних ідеальних понять – таких, наприклад, як вісь обертання Землі. Подібні ідеалізації, що ми їх не спостерігаємо в природі, мають величезне пізнавальне значення, оскільки їх вважають своєрідними «точками відліку» або базисом порівняння реального та ідеального (без чого неможливо було б оцінювати емпіричні дані). Те саме стосується й ідеальних об'єктів – це абстракції, котрі запроваджуються в науці заради чистоти експерименту. Ідеальним вважають об'єкт, властивості якого не трапляються в реальності, бо в певному розумінні вони є надмірними. Ідеалізації є й способом абстрагування від фізично реальних об'єктів заради зменшення їх різноманітності та надання визначеності. Вони є критерієм якості експериментальних даних і водночас – засобом порівняння, точкою відліку для них. У сучасній методології фізичної географії ідеальним об'єктам, або ж просто ідеалізаціям, приділяють надзвичайну увагу. Вважають, що повсякденне знання переходить у науку лише за певного рівня ідеалізації об'єкта й абстрагування від реальних властивостей.

*Метод аналогій.* Аналогія – це визначене за певними правилами співвідношення між двома чи кількома об'єктами, на підставі якого один із них править за модель іншого (інших). Безпосередній опис кожного досліджуваного об'єкта, якого торкається географ у процесі пізнання, був би непродуктивним, оскільки таких об'єктів безліч. У натурфілософії, а потім і в фізичній географії на основі цього сформувався метод аналогій. Так, античні греки вважали, що пояси освітленості в Південній півкулі такі самі, як і в Північній, хоч до того часу ніхто в Південній півкулі не бував. Пізніше, в епоху Відродження Д. Дідро писав: «У фізиці усі наші знання ґрунтуються на аналогії; якби схожість наслідків не давала нам права зробити висновок про тотожність причин, то що сталося би з цією наукою?». Звернемо увагу на результативне застосування аналогій саме в географії, де ще з античності складався *порівняльно-географічний метод*.

*Метод позиційного аналізу.* Останнім часом у фізико-географічних дослідженнях набув застосування позиційний аналіз. Він ґрунтується на оцінці впливу положення та взаємного розміщення географічних об'єктів на потоках речовини та енергії. Наприклад, дві ділянки земної поверхні, що розташовані на однаковій висоті, але на протилежних схилах гірського хребта, мають різні кліматичні умови й гідрологічний режим, оскільки гірський хребет звичайно виконує роль кліматорозділу. З позиційного погляду у фізичній географії описують виникнення пустель Атакама та Наміб, що розташовані на західній

окраїні континентів в умовах східного перенесення повітря в пасатному поясі Південної півкулі.

Найістотнішим прикладом значення позиції є асиметрія циркуляції повітря на західній окраїні континенту помірного поясу (переважає західне перенесення повітря протягом року) та на східній окраїні (переважає посезонна мусонна циркуляція), а також асиметрія циркуляції вод океану стосовно західного та східного узбереж. Позиційний аналіз має здійснюватись і стосовно малих форм поверхні або дрібних природних комплексів (наприклад, при вивченні взаємодії схилів стосовно розподілу сонячної радіації тощо).

*Узагальнення висновків.* Узагальнення є засобом абстрагування, або синтезу певного узагальненого об'єкта. Синтез зводиться до вивчення залежностей, виявлення взаємозв'язків між системами та явищами, що стійко проявляються, й пошуку закономірностей взаємодії між ними.

Самостійною й найважливішою частиною географічного синтезу є виявлення структури геосистем і дослідження процесів, які ці системи продукують. Наприклад, звичайний гай – ландшафтна система середнього рівня розмірності, – продукує біомасу, кисень, фітонциди, лісовий опад, що зумовлює відтворення ґрунту, чисту воду, регулює стік, сніготанення тощо. З допомогою синтезу географ прагне створити цілісну картину природи земної поверхні.

Цікаво, що перші спроби географічного синтезу з'явилися ще задовго до оформлення географії як науки. Вавилоняни й китайці виявили залежність висоти припливу від фаз Місяця, що спричинило появу місячного календаря. Стародавні греки зрозуміли, що клімат залежить від кута падіння сонячних променів – це був серйозний географічний синтез, що спирався на поєднання кількох спостережуваних явищ (зв'язок між сезоном року й кутом нахилу сонячних променів; хід температури протягом доби залежно від положення Сонця; нарешті, розуміння того, що на різних широтах кут падіння сонячних променів має бути різним).

Образним прикладом географічного синтезу є виявлення закону географічної зональності. Як уже зазначалося (див. 6.2), безпосередньо виділити географічні зони на місцевості не можна. Для того слід абстрагуватися від безлічі деталей, а потім поєднати знання щодо закономірної зміни ґрунтів, рослинності, умов клімату тощо, тобто здійснити синтез.

*Моделювання* є сучасним засобом розв'язання складних задач, що потребують абстрагування, використання аналогій, заміни об'єкта дослідження його аналогом – моделлю, тобто поєднання всіх тих методів та підходів, що охарактеризовані вище. Використання комп'ютера є технічним засобом, що полегшує моделювання та визначає можливості його застосування.

Моделюванням називають непряме (опосередковане) дослідження певного об'єкта (системи, явища, процесу тощо) шляхом його заміни об'єктом-посередником – моделлю.

Ключове значення для розуміння моделювання має поняття моделі як дослідницького об'єкта. Модель – це дослідницький об'єкт, котрий здатен замінити об'єкт природний (а також за певних умов – соціальний або ж технічний) у деяких відношеннях, суттєвих для його пізнання.

**Картографічні моделі.** Найвідомішою й найпопулярнішою географічною моделлю земної поверхні є карта, про що вже йшлося. Через легенду карти (картографічну мову) виявляється змістовна, а через математичну основу – метрична відповідність між місцевістю, що є об'єктом дослідження, та її зображенням. Популярною картографічною моделлю земної кулі є звичайний глобус. На відміну від карти, на якій тривимірне тіло зображується на площині, глобус, зрозуміло, правильно передає геометрію Землі й менш спотворює уявлення про об'єкт, тому для певних цілей його використовувати взагалі доцільніше, ніж карти (широко відомим у цьому контексті є електронний глобус Google Earth). Глобус і карта є картографічними моделями, що широко використовуються у фізичній географії.

**Фізичні моделі** базуються на дотриманні певних фізичних законів стосовно географічного об'єкта. Наприклад, модель енергетичного балансу системи Земля – атмосфера є прикладом фізичної балансової моделі. Іншим прикладом фізичної моделі є ізостатична. Шляхом моделювання з використанням електродинамічних аналогій було, наприклад, досліджено саморозвиток материкового зледеніння. Було спростовано загальноприйнятий погляд, нібито материкові зледеніння спричинені процесами, зовнішніми щодо географічної оболонки (коливання сонячної сталої тощо). Через дослідження електричної моделі доведено, що в кліматичній системі «океан – атмосфера – суходіл» мають виникати довготривалі коливання параметрів, які можуть спричинити стійке похолодання й зледеніння.

**Математичні моделі** є вищим рівнем абстракції співвідношень, що мають місце в певній системі або ж між системами, що взаємодіють. Типовою математичною моделлю є рівняння, бо саме воно найповніше описує зв'язки між компонентами взаємодії. Різновидом математичної моделі є *цифрова модель*. Вона найчастіше використовується для відображення певних співвідношень, що не мають загального аналітичного виразу, наприклад, рельєфу земної поверхні. Останній настільки складний, що не піддається аналітичному визначенню. Тому його задають певною системою точок (регулярною сіткою або через характерні, найінформативніші точки рельєфу).

**Запитання і завдання для самостійної роботи та самоконтролю:**

1. Які методи моделювання застосовуються у фізичній географії?
2. Що таке теорія подібності стосовно вивчення фізико-географічних явищ?
3. Що таке метод науки? Чим, на вашу думку, метод відрізняється від методології?
4. Які групи методів виділяють у фізичній географії?
5. Яка роль у фізичній географії належала методам споглядання й розмірковування в минулому? А яка їхня роль у сучасній фізичній географії?
6. Що таке емпіричний рівень пізнання? Які є приклади емпіричних узагальнень?

7. Що таке теоретичний метод пізнання? Які є приклади строгого застосування теоретичних методів для пояснення явищ географічної оболонки?

8. Як треба розуміти поняття «мова фізичної географії»?

9. Що вам відомо про картографічну мову науки?

10. Що таке геоінформатика? Як пов'язана геоінформатика з фізичною географією: а) теоретично? б) практично?

## Тема 9. ТИПИ ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНОГО АНАЛІЗУ

У фізичній географії сформувалося кілька підходів до наукового опису та аналізу (пояснення) явищ: аналоговий, фізичний, інформаційний, історичний, структурний (кібернетичний), позиційний.

### 9.1. Аналоговий тип аналізу

1) Географічному явищу підбирається аналог у фізиці (геофізиці), хімії (геохімії) геології, біології і т.д. 2) Або ж на досліджуваній географічній об'єкт переносить знання про аналогічний інший, вже вивчений.

Цей тип аналізу використовується у всіх областях знання. У XIX столітті було встановлено, що теорія коливань у фізиці об'єднує різноманітні за своєю фізичною природою явища: вібрації машин і звук, хитавицю корабля й електромагнітні хвилі. Таким чином, аналогія відображає єдність матеріального світу.

У географії використання висновків по аналогії засовувалося віддавна. Ще вчені Стародавнього світу (наприклад, Платон) уподібнювали Землю величезному живому створінню. Пізніше таке порівняння робив Т. Кампанелла. У XIX столітті О. Гумбольд, К. Ріттер, Е. Реклю, В. де ла Блаш – також порівнювали Землю з функціонуючим організмом. На початку XX століття Е. Гербертсон говорив *«Грунт – це м'язи, рослинність – шкіра з мешкаючими у ній паразитами (тварини), а вода – кров, добова і сезонна циркуляції якої забезпечується теплом великого Сонця...»*. Прикладом образного технократичного порівняння є зроблене радянським географом Д.Л. Армандом визначення, – *«Якщо порівняти літосферу з деталлю, що обробляється на верстаті, то Сонце буде грати роль мотора, вода – різця, повітря – каретки, що підводить різець до потрібного місця»* (1975).

Для опису просторового взаємодії населених пунктів використовуються закон взаємодії мас (Ньютона) або точкових зарядів (Кулона), що виражається через відому формулу:

$$F_{ij} = \gamma \frac{m_i m_j}{r^2},$$

де  $i$  та  $j$  – взаємодіючі об'єкти;



Український географ А.П. Голіков на основі модифікації цієї моделі зробив розрахунок гідрографічного потенціалу території. Для цього він використовував наступну формулу:

$$G_j = \sum_1^n \frac{Q_i}{R_{ij}},$$

де  $Q$  – річний стік  $i$ -річки;  $R$  - відстань від  $j$ -го пункту до  $i$ -річки.

Метод аналогії використовується у фізичній географії і при перенесенні знання з одного об'єкта на інший. Особливо плідною аналогія виявляється при попередньому вивченні нового об'єкта. Наприклад, часто виникає завдання гідрологічного вивчення річки, на якій не проводяться спостереження. Для цього використовують підбір річок-аналогів, величина стоку яких й інші гідрологічні характеристики безпосередньо або з поправкою на деякі відмінності фізико-географічних умов переносяться на досліджувану річкову систему.

Таким чином, аналогія спрощує процес пізнання, тому як метод плідна. Разом з тим висновки по аналогії мають межі. Будь-яка аналогія з часом виявляє свою обмеженість, оскільки дійсно нове не може бути повністю пояснено за допомогою вже відомого.

## 9.2. Фізичний тип аналізу

Фізична географія вже самою назвою підкреслює близькість до фізики. Це пов'язано з великою роллю потоків речовини і енергії – основних фізичних субстанцій у фізико-географічних процесах. Багато явищ у географічній оболонці та геосистемах нижчого рівня можна пояснити виходячи зі знання кількості певних видів речовин і енергії, їх розподілу і переміщення, накопичення і витрачання.

Окремим методом аналізу фізичного типу є метод балансів, розроблений академіком А.О. Григор'євим. В основі цього методу лежить універсальний фізичний закон – закон збереження речовини і енергії. Встановивши можливі шляхи входу і виходу речовини і енергії в геосистему й вимірявши потоки, ми за їх різницею можемо судити про те, чи відбулося накопичення або витрачання в геосистемі розглянутих величин.

В окремих випадках вимірювання вхідних і вихідних потоків і зміни змісту досліджуваної величини в геосистемах виявляє «нев'язку» балансу (тобто нерівність вхідних і вихідних потоків). Якщо вимірювання зроблені досить точно, то залишається єдиний шлях для пояснення цієї «нев'язки» – існування потоку, про який ми в даний момент не знаємо. Так було, наприклад, при вивченні водного балансу річкових басейнів, найпростіше рівняння якого для середніх багаторічних умов записується в такий спосіб:

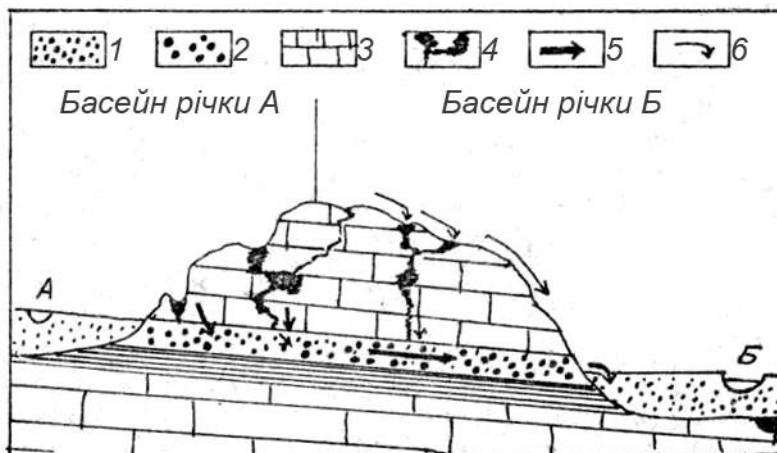
$$P = E + F,$$

де  $P$  – атмосферні опади;  $E$  – випаровування;  $F$  – річковий стік.

У деяких річкових басейнах величина опадів виявилася вище суми  $E$  і  $F$ , в деяких – нижче. Більш детальне вивчення фізико-географічних умов цих басейнів дозволило

встановити, що відсутність рівності ( $P \neq E + F$ ) пов'язана з підземним перерозподілом стоку між річковими басейнами. У річкових басейнах з карстовими порожнинами відбувається інфільтрація води в глибокі горизонти, що знаходяться за межами зони дренивання.

В інших річкових басейнах може відбуватися розвантаження води, внаслідок чого стік, зафіксований в замикачому створі, в сумі з випаровуванням буде перевершувати величини опадів (рис. 9.1).



1 – алювіальні піски запливи; 2 – водоносний горизонт (гравійний шар); 3 – вапняк; 4 – карстові порожнини; 5 – підземний стік з басейну А; 6 – поверхневий стік

**Рис. 9.1. Перерозподіл водного балансу двох суміжними річковими басейнами А і Б за рахунок підземного перетікання вод (в умовах вапнякового карсту і наявності водоносного горизонту)**  
(Боков, Черваньов, 1989)

Процедуру пояснення на фізичній основі можна показати на прикладі аналізу трофічних ланцюгів – руху по ланцюгах живлення речовини і енергії. Кожна ланцюг складається з послідовного ряду організмів, причому одні організми є джерелом харчування для інших. Трофічні ланцюги подібні теплових машин – при переході з одного рівня трофічного ланцюга на інший відбувається велика втрата енергії. Ефективність, тобто коефіцієнт корисної дії екологічної піраміди, визначається співвідношенням величини асиміляції на даному рівні з величиною асиміляції на попередньому рівні. Вона завжди низька подібно низькому ККД теплових машин в географічній оболонці.

Існують й інші типи фізичного аналізу, але у всіх випадках має місце пояснення географічних явищ на основі тих чи інших фізичних законів, що набувають в умовах географічної оболонки певної специфічності.

### 9.3. Інформаційний тип аналізу

У цьому випадку встановлюється інформаційний зв'язок між досліджуваними об'єктами й іншими явищами, вже вивченими, або тими, які простіше зрозуміти в порівнянні з досліджуваними.

В основі цього типу аналізу знаходиться положення про передачу, накопичення, перекодування інформації, що здійснюється в геосистемах (Арманд, 1975). З цієї точки зору геосистеми розглядаються як свого роду носії, передавачі й накопичувачі інформації. На відміну від соціальних колективів, тварин, технічних пристроїв, в яких передача інформації здійснюється спеціалізованими елементами, в геосистемах зберігання, перекодування і передача інформації здійснюється разом з речовиною і енергією.

Інформація, передана в геосистемах, упередметнюється в їх структурі, тобто в характері розподілу елементів, блоків, в просторово-часовій неоднорідності геосистем. Інакше кажучи, структура – це зафіксована історія процесів, або записана інформація про події (як дуже давні, так і ті, що відбулися щойно).

Характерно, що окремі складові частини географічної оболонки мають неоднакові здатності до запису і зберігання інформації. Найкраща можливість фіксації і зберігання інформації є в земній корі – це свого роду літопис історії Землі. Характер нашарування, мінералогічний і петрографічний склад відкладів, їх залишкова намагніченість, палеонтологічні залишки, залишки спор і пилку рослин та інші дані дозволяють уявити головні особливості фізико-географічних умов минулого. Окремі «записи» добре здійснюються в біосфері. Здатність до зберігання інформації і її передачі зменшується в гідросфері (льодяні керни) й особливо в атмосфері. Велика частина інформації, що надійшла в атмосферу, «стирається» буквально за кілька днів або навіть годин (у міру руйнування хмарних і циркуляційних систем).

Уявлення про інформаційні властивості географічних об'єктів – основа для створення системи моделей, в яких за одними явищами з певною ймовірністю визначаються (розшифровуються) інші, а встановлені зв'язки служать основою для подальших висновків, міркувань і т.д.

Встановлення зв'язків зазвичай спирається на досить великий статистичний матеріал і математичні методи: кореляційний, регресійний, дисперсійний, факторний, інформаційний аналізи. Розроблені методи дозволяють оцінити тісноту і значимість зв'язку при різних рівнях ймовірності.

#### **9.4. Історичний тип аналізу**

В цьому випадку об'єкт дослідження розглядається як результат його тривалого і складного розвитку. До цього типу аналізу звертаються, як правило, при поясненні рельєфу або ландшафту в цілому. Багато рис рельєфу, ґрунтів, рослинності неможливо пояснити, виходячи з сучасних кліматичних і гідрологічних умов й загальної фізико-географічної обстановки. А існування різних реліктових елементів ландшафту пояснюється процесами, що мали місце в минулому. Наприклад, ваді (сухі русла) в Північній Африці були сформовані кілька десятків тисяч років тому в епоху більш

вологого клімату. Морени в північній частині України утворилися кілька сотень тисяч років тому під час плейстоценового зледеніння.

### 9.5. Кібернетичний (структурний) тип аналізу

Останніми десятиліттями істотної ролі набув тип аналізу, основу якого складає вивчення взаємодії складових частин геосистем і геосистем в цілому. Пошук факторів і причин тих чи інших особливостей геосистем ведеться не за їх межами, а пов'язується зі структурою взаємодії складових частин об'єкта. Такий тип аналізу можна назвати структурним, або кібернетичним, оскільки основні його елементи і апарат аналізу запозичені з кібернетики. Ключовим поняттям цього типу аналізу виступає зворотний зв'язок. Розрізняють позитивні й негативні зворотні зв'язки. Перші посилюють зовнішні впливи на об'єкт, другі сприяють погашенню зовнішніх впливів. Сполучення позитивних і негативних зворотних зв'язків, що спостерігалися в геосистемах, призводять до виникнення складних «ланцюгових реакцій», до формування властивостей геосистем, які неможливо пояснити і передбачити за допомогою інших видів аналізу.

Розглянемо ефекти позитивних і негативних зворотних зв'язків у системі водного балансу безстічного озера. На рис. 9.2 зображені вертикальний профіль водозбору озера (А) і схема взаємодії елементів в системі (Б).

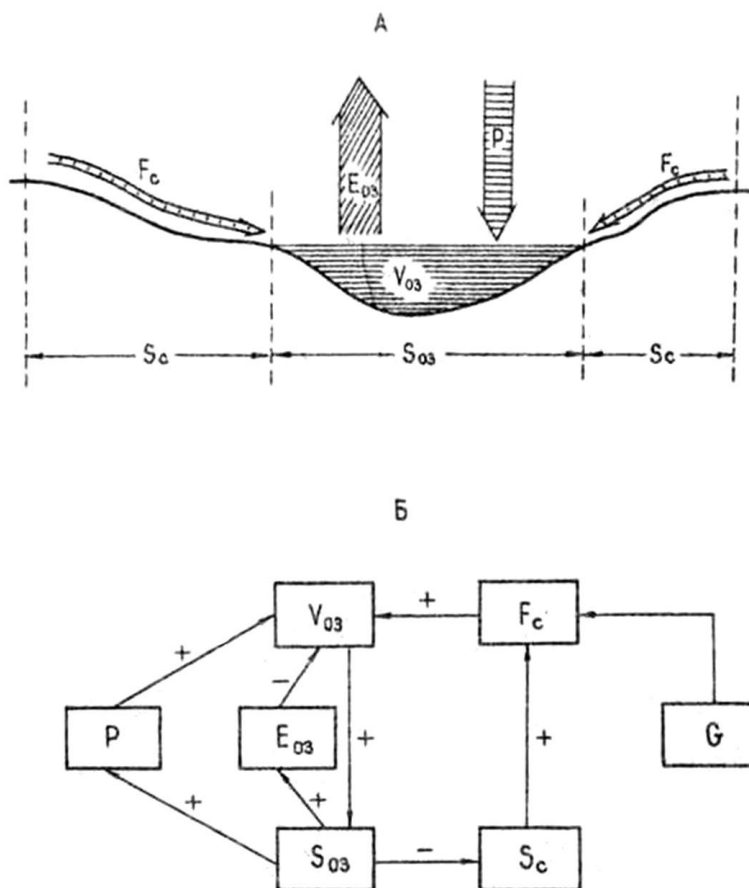


Рис. 9.2. Схема взаємодії в системі водного балансу безстічного озера (Боков, Черваньов, 1989)

Знак плюс біля стрілок означає, що збільшення одного елемента призводить до збільшення іншого (і, відповідно, зменшення одного викликає зменшення іншого). Знак мінус означає, що зв'язок між елементами носить зворотний характер. Це негативний зворотний зв'язок.

Приклади кібернетичного підходу до пояснення явищ наводяться в роботах А.Д. Арманда (1975), Б. Коммонера (1974), І.М. Долгушина (1986). Але найбільш фундаментальні розробки в цьому напрямку зроблені В.Я. і С.Я. Серьгіними (1978). Вони побудували математичну модель системи «льодовики-океан-атмосфера». Результати моделювання показали, що системі властиві автоколивання, які виникають при постійних зовнішніх впливах на географічну оболонку (притоці сонячного тепла, тектонічних рухах і т.д.). Теоретичні криві коливань маси льодовиків і температури, отримані за допомогою моделі, приблизно відповідають періодичності, яка була встановлена палеогеографією при вивченні антропогенових зледенінь.

Автоколивальний характер притаманний багатьом іншим фізико-географічним процесам, наприклад погодним коливанням.

Виникнення автоколивальних явищ пов'язують з існуванням інерційних ланок в системах. У льодовиків і океану інерційність велика, тому періоди коливань дорівнюють декільком десяткам років. Погодні коливання відбуваються протягом тижня. Значну роль при цьому відіграють такі чинники, як хмарність та відмінності в термодинамічних характеристиках атмосфери, суші й океану.

Використовуються і більш прості види структурного аналізу. Так, форма басейну річки впливає на характер внутрішньорічного стоку річок. Компактна будова за інших рівних умов сприяє більш різко вираженому весняному водопіллю, оскільки з кожного елементарного басейну вода надходить в головну річку більш-менш одночасно. У витягнутих басейнів притоки в нижній частині басейну виносять воду в головне русло раніше, у верхній частині – пізніше. Внаслідок цього повинь стає більш розтягнутою у часі й більш згладженою.

## **9.6. Позиційний тип аналізу**

Останніми роками інструментом географічного аналізу все частіше є позиційний підхід. В його основі знаходиться з'ясування положення або позиції географічного об'єкта щодо потоків речовини і енергії, енергетичних полів, природних або антропогенних тіл. Попередник позиційного аналізу – аналіз, в основі якого лежить географічне положення. Однак з останнім зазвичай пов'язують ефекти великого масштабу. Тому виникла необхідність в терміні, який охопив би різномасштабні ефекти – від планетарних до локальних. Ще одне поняття даного типу – тип місцеположення. Воно широко використовувалося геоботаніки, лісівниками та ландшафтознавцями Г.М. Висоцьким, Г.Ф. Морозовим, В.М. Сукачевим.

Можна розрізнити наступні види позицій: експозицію, висотну позицію, нуклеарну, структурно-тектонічну, трансформаційну, просторово-еволюційну позиції.

*Експозиція* давно використовується для пояснення фізико-географічної диференціації. Розрізняють інсоляційну (вона в свою чергу ділиться на широтну і схилу) і циркуляційну (вона також ділиться на кілька типів залежно від просторових масштабів явища і видів субстанцій, що переносяться: дощу, снігу, повітря і т.д.).

*Висотна позиція* пов'язана з гравітаційним полем. Висота геосистеми відносно рівня моря або місцевого базису денудації визначає багато особливостей температурного режиму, перерозподілу вологи, твердої речовини, солей і т.д. У 1930-ті роки ХХ століття в геохімії ландшафтів Б.В. Полиновим було сформульовано уявлення про автономні й залежні ландшафти, що розрізняються за характером положення на гіпсометричному профілі.

*Нуклеарна позиція*<sup>1</sup> визначається в залежності від положення досліджуваної геосистеми щодо орографічних складових, океанів, морів, озер, льодовиків, міст та інших об'єктів, що мають характер простого або складного фізичного тіла. В даний час встановлено закони просторового розподілу параметрів навколо об'єктів такого типу. Їх вплив зменшується зі збільшенням відстані за нелінійним загасаючим законом. Це характерно, наприклад, для розподілу концентрації забруднень навколо промислового підприємства або міста.

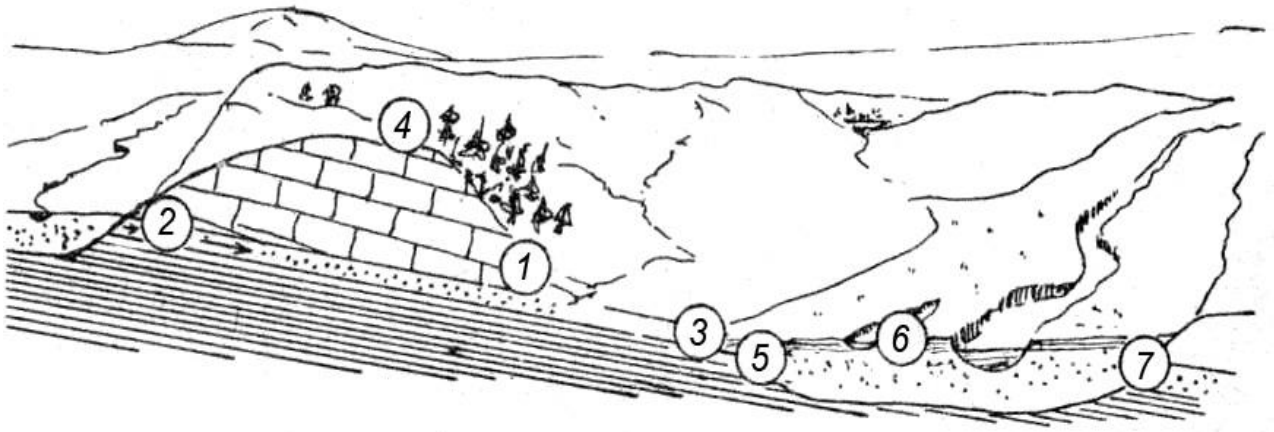
Особливий характер мають бар'єрні ефекти. Бар'єри обмежують поширення впливів, впливають на їх інтенсивність, сприяють їх локалізації або розсіюванню. Відомі ефекти, пов'язані з геохімічними бар'єрами. У глобальному масштабі геохімічними бар'єрами є всі активні поверхні – розділи геосфер, ґрунт, рівень підземних вод і т.д. Склад і напруженість геохімічних потоків зазнають різких змін на межах ділянок територій, що характеризуються різними фізико-хімічними й термодинамічними умовами: окислювально-відновними (Eh), кислотно-лужними (pH), фільтраційно-сорбційними, седиментаційними, біохімічними, а також певними температурою і тиском. Ряд речовин втрачає рухливість, переходить в інертні нерозчинні форми і акумулюється. При цьому може відбуватися забруднення середовища в зоні геохімічного бар'єру (рис. 9.3).

А.І. Перельман виділяє наступні типи ландшафтно-геохімічних бар'єрів: 1) біогеохімічні; 2) фізико-хімічні (окислювальні, відновлювальні глейові, відновлювальні сульфідні, сульфатно-карбонатні, лужні, кислі, випарні, адсорбційні, термодинамічні); 3) механічні. Кожне середовище по-різному діє на міграційну здатність хімічних речовин.

В результаті відбувається затримка хімічних речовин, їх перетворення, накопичення, розсіювання, нейтралізація і т.д.

---

<sup>1</sup> Теорію нуклеарних систем, як згустків речовини та енергії різного масштабу, обґрунтував О.Ю. Ретеюм, ним же вперше введено поняття «оцінка впливу на навколишнє середовище».



**Рис. 9.3.** Ландшафтно-геохімічні бар'єри в сильно розчленованому ландшафті помірного поясу гумідного типу: 1 – біогеохімічний (нижня межа лісу на схилі); 2 – відновний (перехід поверхневого стоку в підземний); 3 – окислювальний (вихід підземних вод в зону аерації); 4 – карбонатний (стік вод, насичених Са); 5 – глейовий (зона оглеєння на межі заболоченої заплави); 6 – випарний (поверхня заплави); 7 – відновний сульфідний (Боков, Черваньов, 1989)

Найчастіше зустрічається орографічний тип бар'єрів. Відомі ефекти опадів перед горами і тіньові ефекти зменшення опадів на підвітряній стороні гірських систем. Гори мають істотний вплив на процеси трансформації повітряних мас, фронтів, циклонів, обмежують поширення холодних повітряних мас на південь, вологих повітряних мас в континентальні райони материків (Тибет, Великий басейн в Північній Америці та ін.).

*Трансформаційні* типи позицій пов'язані з трансформацією (внутрішньою еволюцією) потоку, тобто потік (його характер й інтенсивність) змінюється не внаслідок впливу на нього зовнішніх чинників (кута зустрічі з діяльною поверхнею геосистеми або відстані до активного об'єкта), а через внутрішні перетворення. Така, наприклад, еволюція атмосферних фронтів і циклонів: від зародження циклону до його руйнування проходить зазвичай 7-8 днів. Зародження циклону і його оклюдування в середньому приурочені до певних районів. Тому положення об'єкта (геосистеми) щодо району виникнення (формування) циклону і району його оклюдування природно впливають на геосистему через кількість опадів та інші метеорологічні характеристики.

### 9.7. Математичний тип аналізу

Практично у всіх типах географічного аналізу використовується математичні прийоми, відтак він є своєрідним наскрізним типом аналізу. Широке використання математичних методів у географії почалося у шістдесяті роки ХХ століття. З ними почали пов'язувати надії на швидке та успішне вирішення багатьох географічних проблем. Така думка сформувалася небезпідставно: весь досвід провідних академічних наук – фізики, хімії, біології – свідчив про велику, а часом вирішальну роль математики у формуванні найбільш досконалих розділів цих наук.

У географії епоха швидкого впровадження математичних методів отримала назву «кількісної революції». З того часу минуло близько 60 років, але надії на революцію не виправдалися. Навпаки, зараз ще чіткіше стало зрозуміло, що, з одного боку, застосування математичних методів саме собою не забезпечить вирішення географічних проблем, з іншого – без математичних методів вирішення основних проблем неможливо.

Що обмежує можливості цих методів? По-перше, складність геосистеми, яка набагато складніша за об'єкти фізики чи хімії. По-друге, варто пам'ятати про те, що математичні розрахунки самі по собі не роблять відповідь точною, якщо вихідні дані містять велику помилку. Інформація, одержана за допомогою математичної моделі, не може перевищувати інформацію, що міститься у самій моделі. Помилки інформації, що стаються під час географічних спостережень, експериментів і моделювання, часто бувають дуже великими (Боков, Черваньов, 1989). Часто в цьому випадку математичні розрахунки втрачають сенс, оскільки при невисокому рівні точності інформації буває достатнім загальний якісний висновок. Формальне застосування математичних методів не може призвести до успіху, швидше навпаки – подібно до гострої зброї в невмілих руках може завдати шкоди самому власнику, тоді як при правильному його використанні стає потужним засобом у вирішенні поставленого завдання.

Найбільша цінність математичного підходу у фізичній географії полягає не у обчисленнях за формулами, а у строгому формулюванні завдання, логіці математичних перетворень. Математичні методи – це не просто виміри та розрахунки, в ході яких ми отримуємо цифрову інформацію. Математичними є методи, у ході яких виробляються математичні дії не тільки з числами, а з іншими символами (зокрема формалізованими поняттями) з метою отримання нових умовиводів та висновків.

Окремі елементи математичного знання використовувалися в географії ще багато століть тому. Вони допомогли відповісти на питання про розміри та протяжність географічних об'єктів. Пізніше перейшли до математичного визначення форми об'єктів і міри подібності між ними. Таке використання математики характеризує найпростіший рівень пізнання і не змінює суті науки.

Більш високий рівень математизації пов'язаний з виведенням емпіричних формул і рівнянь, що описують взаємозв'язок географічних явищ (аналітична геометрія, регресійний аналіз та ін.), з визначенням ролі різних факторів у формуванні того чи іншого об'єкта (кореляційний, дисперсійний та факторний аналіз, теорія інформації тощо) і т.п.

Вищою формою математизації у географії є дедуктивна побудова моделей, коли з урахуванням вихідних положень логічним шляхом будується модель досліджуваного явища. Ця модель стає дослідницьким об'єктом, оскільки реальні явища недоступні для безпосереднього їх вивчення через великі розміри, занадто повільний чи швидкий перебіг процесів або велику складність. Операції над моделлю, що здійснюються за логічними та математичними правилами, дозволяють отримати інформацію, яка у



явному вигляді не міститься у вихідних матеріалах. Прикладом такого математичного вирішення моделі є опис динаміки антропогенових зледенень, виконаний за допомогою теорії автоматичного регулювання В.Я. Серьгіним та С.Я. Серьгіним (про що йшлося вище). Іншим прикладом вирішення географічних завдань за допомогою математичних методів, наслідком чого виступає принципово нове знання, є методи оптимального програмування.

Найбільш часто вживаними у фізичній географії залишаються методи математичної статистики та математичного аналізу, теорії множин, теорії інформації. Характерно, що на відміну від фізики чи хімії, у географії переважають так звані «некласичні» методи. Найбільш важливі результати в ході застосування математичних методів у фізичній географії отримані в ході вивчення форми та ступеня зв'язку між різними явищами, опису часової та просторової динаміки явищ, просторової структури фізико-географічних об'єктів при виділенні районів та проведенні класифікацій.

#### **Запитання і завдання для самостійної роботи та самоконтролю:**

1. Поясніть терміни «методологія», «тектологія», «ноосфера», «структуралізм», «діалектика». Який зв'язок між ними?
2. Самостійно запропонуйте схему дедуктивного підтвердження одного з географічних положень, наприклад: кількість опадів на суходолі залежить від віддаленості її від океану. Спростуйте цей доказ, використовуючи характеристику однієї з пустель на березі океану як аргумент «проти» початкової тези. У чому слабкість дедуктивного доказу, проілюстрована цьому прикладі?
3. Яким методом – дедуктивним чи індуктивним – ви найчастіше користуєтеся у житті?
4. Вивчіть невелику наукову географічну роботу та визначте, на якому якісному рівні пізнання «зупинився» автор?
5. Які польові спостереження вам доводилося проводити? А експерименти у природі? Запропонуйте (на основі свого життєвого досвіду та дитячих спогадів) цікаву екскурсію чи мікроекспедицію: а) у період весняного сніготанення; б) після зливи.
6. Запропонуйте моделі-аналоги відомих вам географічних об'єктів.
7. Чим відрізняються об'єкти географії та геоінформатики? Запропонуйте ідею геоінформаційної фірми. Якою географічною інформацією ви скористалися б як товаром?
8. Розмістіть у спадний ряд за рівнем географічності типи аналізу, що застосовуються у фізичній географії.

## РОЗДІЛ 3. РАЦІОНАЛЬНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

### Тема 10. ПОНЯТТЯ ПРО ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

- 10.1. Підходи до визначення природокористування
- 10.2. Структура і напрями природокористування
- 10.3. Парадигми і принципи природокористування
- 10.4. Природні ресурси і їх класифікація

#### 10.1. Підходи до визначення природокористування

Природокористування існувало й існує як найважливіший аспект життя людини, що включає сукупність всіх форм експлуатації природно-ресурсного потенціалу і заходів з його збереження в процесі суспільного виробництва, що здійснюється для задоволення матеріальних і культурних потреб суспільства.

Всю історію людства можна розглядати і як історію природокористування. Розвивалася людина – розширювалася сфера її діяльності з використання природних ресурсів. Відповідно, без людини не було б і природокористування. Вдосконалення природокористування і розширення сфери діяльності людини приводило до розвитку як самої людини, так і людських відносин. Разом з тим, без природокористування не було б самої людини, її розвитку. І в майбутньому без природокористування не буде й самої людини. Як писав англійський еколог Г. Пінкхот, – *«У цьому світі є тільки дві речі – люди і природні ресурси»* (Пінкхот, 1910).

Термін «природокористування» був запропонований Ю.М. Куражковським<sup>1</sup> у 1958 році й відразу ж увійшов до ужитку науки, а потім і практики. Сьогодні у світовій науці й практиці цей термін зайняв чільне місце, знайшов свої чіткі контури, став об'єктом і предметом дослідження багатьох галузей науки.

Є різні підходи до визначення природокористування.

1. *Сукупність всіх форм експлуатації природно-ресурсного потенціалу і заходів з його збереження.* Такий підхід передбачає, що природокористування включає: а) видобуток і переробку природних ресурсів, їх відновлення або відтворення; б) використання і охорону природних умов середовища життя людини; а) збереження (або підтримку), відтворення (або відновлення) і раціональну зміну екологічного балансу (рівноваги) природних систем, що служить основою збереження природно-ресурсного потенціалу розвитку суспільства.

---

<sup>1</sup> Юрій Куражковський (1923-2007) походить з відомого шляхетського роду Войнаровських. Одним з його предків був Андрій Войнаровський – племінник Івана Мазепи, осавул Війська Запорізького.

2. Сукупність продуктивних сил, виробничих відносин і відповідних організаційно-економічних форм і установ, пов'язаних з первинним привласненням, використанням і відтворенням людиною об'єктів навколишнього природного середовища для задоволення своїх потреб;

3. Використання природних ресурсів в процесі суспільного виробництва для задоволення матеріальних і культурних потреб суспільства.

4. Сукупність усіх впливів людства на географічну оболонку Землі.

5. Комплексна наукова дисципліна, що досліджує загальні принципи раціонального (для даного історичного моменту) використання природних ресурсів людським суспільством. Головне завдання природокористування як наукової дисципліни – розробка загальних принципів здійснення всякої діяльності, пов'язаної або з безпосереднім використанням природи і її ресурсів, або із змінючими їх діями (Куражковський 1969).

Об'єктом природокористування як науки служить комплекс взаємостосунків між природними ресурсами, природними умовами життя суспільства і його соціально-економічним розвитком.

Предмет природокористування, як наукової дисципліни, – оптимізація цих відносин, прагнення до збереження і відтворення середовища життя.

## 10.2. Структура і напрями природокористування

Природокористування як сфера знання включає елементи природних суспільних і технічних наук, у т.ч.:

- охорону природи (атмосфери, вод, рослинного і тваринного світу і т.д.);
- охорону навколишнього людину природного середовища;
- енвайронментологію – комплексну дисципліну про оточуюче людину середовище, його якість і охорону, загальну раціоналізацію природокористування, що спирається на фундамент сучасної екології;
- енвайронменталістику – технічний додаток енвайронментології, що включає технологічні прийоми природокористування і багато технічних напрямів, через що її часто невірно відносять до промислової екології. Насправді ж, енвайронменталізм – це теорія управління середовищем життя і соціально-економічним розвитком, виходячи з сучасних уявлень про людину, як частину біосфери).
- ресурсознавство;
- екологію («еконекол», «економіка природи») – аналіз еколого-економічних систем різного рівня ієрархії, перш за все, з'ясування меж допустимих навантажень на природне середовище і комплексні шляхи подолання виникаючих об'єктивних обмежень в природокористуванні;

- екологію – синтетичну наукову дисципліну, що вивчає загальні (передусім історичні) еколого-соціально-економічні закономірності розвитку глобальної системи «суспільство-природа».

- економіку природокористування – розділ конкретної економіки, що здебільшого вивчає питання економічної оцінки природних ресурсів, а також оцінку збитків від забруднення середовища.

- інші існуючі природокористування, зокрема рекреаційне, духовне (М. Реймерс, 1990) та інші.

За тяжкістю наслідків для географічної оболонки та її складових природокористування підрозділяють на:

1. *Природокористування нераціональне* – система діяльності, що не забезпечує збереження природно-ресурсного потенціалу, і яка стрімко наближає винищення природних ресурсів. Нераціональне природокористування може бути як результатом запланованого споживацького ставлення до природи, так і ненавмисного (випадкового або супутнього) впливу на неї.

2. *Природокористування раціональне* – система діяльності, покликана забезпечити економічну експлуатацію природних благ і найбільш ефективний режим їх відтворення з урахуванням перспективних інтересів господарства, що розвивається, і збереження здоров'я людей.

Раціональне природокористування припускає високоефективне господарювання, що не призводить до різких змін природно-ресурсного потенціалу, до яких людство соціально-економічно не готове, і що не веде до глибоких змін в оточуючому людину природному середовищі, які наносять шкоду її здоров'ю або загрожують самому її життю. Основу раціонального природокористування становить оптимізація впливу суспільства на природу, що базується на науково обґрунтованих принципах, які покликані забезпечити єдину систему використання та відтворення природних ресурсів. Важливе значення при цьому має прогнозування антропогенного впливу на природні системи.

3. Останніми десятиліттями розвиток одержало таке поняття як «*відшкодувальне природокористування*». Відшкодувальне природокористування припускає покращення природних ресурсів у процесі природокористування, сприяння відновленню природи, яка унаслідок бурхливого науково-технічного прогресу все частіше потребує підтримки у відновлення природних систем.

Розрізняють чотири *основних напрями природокористування*: ресурсний, екологічний, заповідний, соціально-економічний і міжнародно-правовий.

Ресурсний напрям базується на принципах збереження й підвищення ресурсного потенціалу та раціонального використання природних багатств.

Екологічний напрям передбачає поліпшення природного середовища, тобто збереження оптимальних екологічних умов у великих містах, населених пунктах, рекреаційних зонах.

Заповідний напрям має на меті виявлення заповідних територій і створення заповідників, заказників, пам'яток природи, природних і національних парків, інших природних комплексів рекреаційного характеру, захисних геосистем.

Соціально-економічний і міжнародно-правовий напрями природокористування полягають у розробці соціальних, економічних та правових форм регулювання взаємодії суспільства і природи, забезпеченні розширеного відтворення природних геосистем в умовах науково-технічної революції в інтересах сучасного та майбутніх поколінь.

### 10.3. Парадигми<sup>1</sup> і принципи природокористування

*Перша парадигма* заснована на ідеї про те, що якнайкращим є мінімальне використання природних ресурсів. Згідно принципу «мінімізації дії», права на використання ресурсів повинні знаходитися в руках локальних груп населення, тобто людей, що проживають в невеликих поселеннях і зацікавлених в тому, щоб жити в гармонії з природою.

*Друга парадигма* базується на ідеї оптимального розподілу природних ресурсів. Під оптимальністю розуміється вилучення з природи такого об'єму ресурсів, яке дозволяє кожному члену суспільства, що зростає, неухильно підвищувати рівень свого добробуту (невеликий, але однаковий приріст щорічного споживання для всіх членів суспільства).

*Третя парадигма* ґрунтується на принципі максимізації використання природних ресурсів для максимально можливого збільшення добробуту населення. Згідно цієї парадигми, всі члени суспільства прагнуть до максимізації використання природних ресурсів.

На основі праць видатних учених-природознавців, можна виділити такі *принципи природокористування*, додержання яких сприятиме, на нашу думку, ефективному використанню та відтворенню природних ресурсів:

- єдності використання та охорони природних ресурсів;
- необхідності суворого врахування стану природних ресурсів та умов природного середовища;
- вивчення та всебічного врахування законів природи у процесі використання її ресурсів;
- врахування зональності природних умов і ресурсів, що історично склалася;
- всебічного вивчення ділянок незайманої природи, що збереглися;
- комплексного підходу до вивчення та використання природних ресурсів;
- застосування досягнень науки і техніки в природокористуванні.

---

<sup>1</sup> Як уже зазначалося (див. розділ 6) парадигмою називається сукупність принципів, мов і методів наукового пізнання, завдяки яким учені об'єднуються в наукові спільноти й вирішують наукові задачі на основі єдиних правил і підходів. Базовими складовими парадигми служать: методологія (принципи) дослідження, спеціальні наукові терміни (мови), за допомогою яких пояснюються принципи дослідження, методи, відповідні вибраним принципам дослідження.

Згідно з першим *принципом – єдності використання та охорони природних ресурсів*, для збереження природних багатств їх слід не охороняти від впливу людини, а раціонально використовувати, розглядаючи охорону природи як складову частину природокористування. Під охороною природи треба розуміти не ізоляцію того чи іншого природного ресурсу, а ефективне використання його шляхом правильного, відповідного до екологічних умов конкретної території, планування землекористування, водокористування, лісокористування, тощо, а також з'ясування оптимальних норм природокористування, які забезпечують безперервне використання та поліпшення стану ресурсів.

Наприклад, раціональне використання земель та одержання високих сталих врожаїв можливі при правильному плануванні землекористування, такому, яке б забезпечувало вибір кожним господарством напряму господарської діяльності відповідно до конкретних екологічних умов, додержання сівозмін, способів обробітку ґрунту та агротехнічних прийомів, застосування нових апробованих сортів рослин, внесення органічних і мінеральних добрив і т.п. Плануючи використання тієї чи іншої сільськогосподарської ділянки, треба брати до уваги не тільки можливість підвищення врожайності сільськогосподарських культур, а й те, що дана територія має служити джерелом чистої води і чистого повітря.

При організації господарської діяльності слід враховувати стан природних ресурсів та умови природного середовища, що є другим *принципом природокористування – необхідності суворого врахування стану природних ресурсів та умов природного середовища*. Недооцінка цього принципу часто призводить до негативних наслідків. Наприклад, надмірна експлуатація гірських лісів, що виконують важливі водоохоронно-захисні функції, спричиняє інтенсифікацію ерозійних процесів, утворення селів, зсувів, вітровалів чи буреломів, які завдають величезної шкоди. Застосовуючи той чи інший спосіб вирубки лісу в гірських умовах, треба обов'язково враховувати склад і стан лісів, їх вікову структуру, крутість та експозицію схилів, умови місцезростання і характер лісовідновлення.

Унаслідок внесення мінеральних добрив без врахування якісного стану конкретної ділянки землі порушуються азотний і фосфорний цикли у ґрунті. Надлишок азоту і фосфору має згубний вплив на гумус ґрунту, може викликати деградацію ґрунтів. Охорона та раціональне використання земель вимагають розробки науково обґрунтованих рекомендацій щодо застосування мінеральних добрив, які б враховували не тільки фізико-хімічний і гідрологічний стан ґрунту, але і його біологічну активність.

У зв'язку з тим, що в природному середовищі існують закономірні взаємозв'язки і воно впливає на живі організми, то особливості його дії позначаються на напрямах господарської діяльності, що є третім *принципом природокористування – вивчення та всебічне врахування законів природи у процесі використання її ресурсів*. Основні положення цього принципу викладені у вченні академіка В.І. Вернадського про біосферу:

*«Людство як жива речовина нерозривно зв'язане з матеріально-енергетичними процесами певної геологічної оболонки землі – з її біосферою. Воно не може фізично бути від неї незалежним...»*, людина від біосфери *«стихійно невіддільна»*.

Недостатнє врахування складних закономірностей природного середовища у господарській діяльності нерідко призводить до негативних наслідків. Наприклад, великомасштабна осушувальна меліорація на Поліссі, якщо вона буде здійснена без диференційованого підходу до умов рельєфу, гідрологічного режиму, характеру рослинності та інших факторів, спричинить зниження біологічної та господарської продуктивності сільськогосподарських і лісових угідь, що прилягають до осушуваних територій. Впливаючи на водний режим місцевості, осушувальна меліорація викликає різні зміни в ґрунті, рослинному покриві, фауні, мікрокліматі тощо, порушуючи цим самим екологічну рівновагу. При цьому нерідко знижується продуктивність деревостанів, скорочуються запаси ягідників, зростає небезпека виникнення лісових пожеж, погіршуються умови існування водоплавних птахів та ін.

Четвертий принцип – *врахування зональності природних умов і ресурсів, що історично склалися*, розкривається у вченні В. В. Докучаєва про зони природи. Пізнання особливостей кожної природної зони повинно базуватися на всебічному вивченні ділянок незайманої природи, що збереглися, з якими треба зіставляти результати змін, зумовлених господарською діяльністю людини на ділянках, які використовуються тим чи іншим видом природокористування. Таким чином, вирішення проблем оптимізації взаємодії суспільства і природи, як основи регіонального природокористування, повинно ґрунтуватися на глибокому комплексному вивченні як заповідних територіальних комплексів, так і порушених господарською діяльністю територій, виявленні антропогенних змін під впливом різних соціально-економічних факторів, дослідженні складу структури, закономірностей функціонування, розвитку та розміщення природних екосистем різних рівнів. Тільки зональний підхід, що характеризується всебічним урахуванням екологічних і природних умов кожної конкретної зони, забезпечує ефективне використання потенціальних можливостей природних ресурсів території. Глибоке вивчення зональних особливостей ґрунтів і розробка на цій основі регіональних систем ведення сільського та лісового господарства, забезпечать найбільш ефективне використання продуктивних сил землі.

П'ятий принцип *раціонального природокористування – всебічне вивчення ділянок незайманої природи, що збереглися*, – має велике значення для оцінки результатів господарської діяльності людини та визначення ступеня антропогенного впливу на екосистеми. Оскільки природні ландшафти є наслідком тривалого розвитку взаємозв'язаних компонентів природи, то їх можна з успіхом використовувати з метою пізнання місцевих особливостей природного середовища. Для глибокого вивчення природних комплексів, виявлення основних закономірностей їх формування та розробки напрямів господарського використання природних ресурсів особливо важливими є такі

форми організації території природних ландшафтів і проведення наукових досліджень: збереження ділянок незайманої природи (еталонів), необхідних для оцінки результатів господарської діяльності людини на культурних ландшафтах; збереження та вивчення на заповідних ділянках генетичних фондів природи (всіх видів рослин і тварин); збагачення природи за рахунок розмноження цінних і рідкісних видів, реакліматизація раніше знищених і акліматизація (в особливих випадках) нових рослин і тварин. Зіставляючи незаймані екосистеми з культурними ландшафтами, можна не тільки визначити інтенсивність змін, що відбуваються під впливом господарської діяльності людини, а й розробити систему заходів з раціонального використання та охорони природних комплексів. Для цього доцільно глибоко вивчити закономірності розвитку незайманих екосистем, а також ландшафтний баланс з усім комплексом його взаємозв'язків (між структурою місцезростання, генезисом ґрунту, водним балансом, кліматом і біотичним розвитком природи та ін.).

#### 10.4. Природні ресурси та їх класифікація

Природокористування передбачає використання *природних благ*. Природні блага – сукупність природних ресурсів і природних умов життя суспільства, які використовуються в даний час або можуть бути використані в осяжному майбутньому. Відповідно, під *природними ресурсами* розуміються природні блага (природні компоненти і властивості навколишнього середовища), придатні чи потенційно придатні для використання в господарській діяльності людини.

Природні ресурси можуть виступати в ролі *засобів праці* (земля, водні шляхи, вода для зрошування), *джерел сировини* (корисні копалини, ліси і т.д.), *енергії* (гідроенергія, енергія вітру, ядерне паливо, горючі коричні копалини), виступають як *умови життя* і *предмети споживання* (питна вода, їстівні рослини, гриби, ресурси території). Природні ресурси також виступають як ресурси *рекреації*, банк *генофонду* і джерела *інформації* про навколишнє середовище (наприклад, керівні палеонтологічні форми, біоіндикатори).

Класифікація природних ресурсів в науковій теорії і на практиці ще не одержала закінченого вигляду (думки експертів по ряду аспектів значно розходяться). Однак при класифікації всіх природних ресурсів прийнято дотримуватися наступних ознак:

1. За джерелами походження ресурси поділяються на: біологічні (земельні ресурси (фонд), лісові ресурси (фонд), ресурси тваринного світу), мінеральні (мінерально-сировинні ресурси – надра) і космічні. *Біологічні ресурси* – це біологічні компоненти географічної оболонки, які включають продукти харчування людей і корми сільськогосподарських тварин, сировину для промисловості й органічні корисні копалини, гумус. *Мінеральні ресурси* – це ресурси надр Землі у вигляді корисних копалин. *Космічні ресурси* – частина природних ресурсів, що мають космічне походження



– енергія Сонця, вітру, припливно-відпливних переміщень води і морських течій, опади, повітря і т.п.

2. *За використанням* природні ресурси поділяються на ресурси промислового, сільськогосподарського виробництва та рекреаційні.

*Ресурси промислового виробництва* в свою чергу діляться на *енергетичні* – ресурси мінеральної сировини, які складають основу сучасної енергетики (паливні корисні копалини, гідроенергоресурси, біопаливо, ядерне паливо); вони класифікуються також за ступенем замінимості – чи може одне джерело енергії бути замінене іншим (нафта, вугілля, ядерне паливо, енергія вітру, прибою і т.д.) і *неенергетичні* (негорючі корисні копалини, водні, земельні, лісові, рибні ресурси).

*Ресурси сільськогосподарського виробництва* включають агрокліматичні, земельно-ґрунтові ресурси, рослинні ресурси, як кормова база тваринництва, водні – води для зрошування і водопою сільськогосподарських тварин, агроруди.

*Ресурси рекреаційні* – об'єкти і явища, що використовуються для оздоровлення, відпочинку і туризму (природні комплекси і їх компоненти, пам'ятки природи та ін.).

3. *За ступенем виснаженості* природні ресурси поділяються на :

- 3.1. Необмежені або невичерпні природні ресурси – частина природних ресурсів, нестача в яких не відчувається зараз і дефіцит яких не передбачається в осяжному майбутньому: сонячна енергія, енергія вітру, приливів і відливів і т.д.);

- 3.2. Виснажені або вичерпані (які поділяються на поновлювані й непоновлювані). Поновлювані ресурси (наприклад, ресурси біосфери) – здатні самовідновлюватися, але потребують заходів з їх охорони і відтворення (лісові, рибні і т.п.). Поновлювані (не здатні до самовідновлення) ресурси – не відтворюються природним чином в прийнятний проміжок часу за рахунок колообігу речовин в біосфері (руди металів, нафта, вугілля і т.п.). Такі ресурси відтворюються (відшкодовуються) економічно, в межах існуючих запасів за рахунок залучення в господарський оборот нових відкритих або таких, що раніше не використовувалися, з міркувань економічної рентабельності, родовищ мінеральних ресурсів.

Тут не можна змішувати класифікацію ресурсів за походженням і за виснаженістю. Наприклад, ресурси тваринного світу відносяться до поновлюваних, треба тільки знати доступні межі використання і дотримуватися їх. В той же час видовий склад живих істот відновленню (у переважній більшості) не підлягає. Мінерально-сировинні ресурси, безумовно, непоновлювані, їх запаси обмежені, вони витрачаються при використанні людиною і надалі зникають. Але в спеціальній термінології існує таке поняття як відтворення або відновлення мінерально-сировинної бази. Під цим мається на увазі виявлення нових запасів.

Природні ресурси в поєднанні з природними умовами є фундаментом матеріального виробництва і життєдіяльності суспільства.

*Природно-ресурсний потенціал* – це здатність природних систем без шкоди для себе віддавати необхідну людству продукцію або проводити корисну для нього роботу.

Для визначення стану використання природних ресурсів використовується таке поняття як «ресурсний цикл» (РЦ) – обмін речовин між природою і суспільством, що включає вилучення природних багатств з природи, залучення їх в господарський оборот і повернення природної субстанції після її утилізації в навколишнє середовище (у трансформованому вигляді). РЦ – це штучно створений колообіг речовин, енергії, інформації і їх динамічних якостей в цілях задоволення потреб людства, він завжди супроводжується зміною навколишнього природного середовища. Потужність потоків по РЦ прямо пропорційна соціально-економічному розвитку господарства. У міру руху по РЦ з попередньої на наступні сходинку передається зменшена частка об'ємів (маси) первинних природних ресурсів, тобто потік ресурсів по РЦ – потік з втратами. Так само по мірі руху по РЦ вартість природних ресурсів зростає прямо пропорційно глибині їх трансформації і втрат. Через це людство *завжди відчуватиме дефіцит* ПР.

**Запитання і завдання для самостійної роботи та самоконтролю:**

1. Які характерні ознаки раціонального природокористування?
2. Схарактеризуйте об'єкт і предмет раціонального природокористування як наукової дисципліни.
3. Які принципи раціонального природокористування вам відомі?
4. Як ви розумієте фразу англійського еколога Г. Пінкхота «У цьому світі є тільки дві речі – люди і природні ресурси»?
5. Які підходи до класифікації природних ресурсів вам відомі?
6. Дайте визначення природно-ресурсного потенціалу.

## **Тема 11. АНТРОПОГЕННІ ЧИННИКИ В ПРИРОДОКОРИСТУВАННІ ТА ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

11.1. Антропогенні чинники та їх класифікація

11.2. Поняття забруднення навколишнього середовища

### **11.1. Антропогенні чинники та їх класифікація**

Всі діючі в природі антропогенні фактори можна об'єднати в чотири групи (Лаптев, 1975):

- фактори-тіла (антропогенний рельєф, штучні водойми, канали, оброблювані ґрунти, споруди і будівлі, інтродуковані організми та ін.), що мають просторову визначеність і довгочасність дії;

- фактори-речовини (звичайні та радіоактивні хімічні речовини, штучні хімічні сполуки й елементи (ксенобіотики), аерозолі, стічні води і вентиляційні викиди та ін.), що при потраплянні в природу не мають просторової визначеності, постійно змінюють

концентрацію і мігрують у середовищі, змінюють ступінь впливу на елементи природи через динаміку концентрації в середовищі. Одні з них нестійкі й швидко руйнуються, інші можуть зберігатися в незміненому вигляді тривалий час, акумулюватися в навколишньому середовищі;

- фактори-процеси (різноманітна діяльність людини в природі, вплив на природу домашніх тварин і культивованих рослин, знищення шкідливих і відтворення корисних організмів, збирання дикоростучих рослин, добування в природі корисних тварин, добування корисних копалин, антропогенна ерозія ґрунтів, антропогенний колообіг речовин та ін.), що зазвичай проявляються на обмежених територіях, але можуть охоплювати й великі простори. Фактори-процеси мають високу динамічність й іноді бувають односпрямованими;

- фактори-явища (тепло, світло, радіохвилі, електрострум, електромагнітні поля, шум, звукові хвилі, іонізуюче випромінювання, тиск, запиленість атмосфери та ін.) мають точні параметри і від джерела утворення змінюються за суворим градієнтом.

Зараз на планеті діють надзвичайно різноманітні антропогенні фактори. У ряді районів вони за інтенсивністю своєї дії можуть переважати над природними, визначаючи характер розвитку всієї географічної оболонки.

З науковою і практичною метою створено класифікацію антропогенних факторів за різними ознаками (Лаптев, 1975).

*Класифікація антропогенних факторів за їх природою:*

1. Механічні: тиск колесами і гусеницями, завислі речовини в повітрі та воді, течії, вирубування лісу, відловлювання тварин, збирання дикоростучих рослин, перешкоди для міграцій тварин, перевертання пластів ґрунту і т.д.

2. Фізичні: тепло, світло, електромагнітне поле, радіохвилі, інфра- і ультразвук, шум, іонізуюче випромінювання, колір, переведення речовини з одного стану в інший, зміна вологості.

3. Хімічні: хімічні елементи та їх сполуки.

4. Біологічні: вплив інтродукованих організмів, антропогенний природний добір, штучний добір у популяціях диких організмів, насадження лісів.

5. Ландшафтні: штучні водойми, рельєф, рекультивовані ділянки, канали, штучні ліси і луки.

*Класифікація антропогенних факторів за їх загальними особливостями:*

• Первинні – ті, що безпосередньо вироблені людиною.

• Вторинні – ті, що з'явилися в природі під впливом первинних факторів і за їх взаємодії з природними факторами (продукти розкладання пестицидів, річки, що обміліли після вирубування лісів та ін.). Їхня опосередкована дія може бути більш потужною, ніж пряма.

*Класифікація антропогенних факторів за часом походження і дії:*

1. Вироблені в минулому.

2. Вироблювані в даний час: а) такі, що діють у момент виробництва (звукові коливання, електромагнітні хвилі та ін.); б) такі, що діють певний час після закінчення виробництва (стійкі хімічні забруднювачі, вирубаний ліс, змінений рельєф та ін.).

Класифікація антропогенних факторів за *тривалістю дії при припиненні виробництва*

1. Такі, що діють лише в момент їх виробництва (електромагнітне поле, звукові хвилі, світлові промені та ін.).

2. Короткочасної дії (дощування, зрошування, забруднення ґрунту речовинами, що швидко випаровуються тощо).

3. Тривалої дії (радіоактивне забруднення, штучний рельєф, інтродуковані види та ін.).

Класифікація антропогенних факторів за *їх здатністю до акумуляції в навколишньому середовищі:*

1. Не здатні до акумулювання, параметри яких залежать від об'єму й інтенсивності їх породження (звукові подразники, електромагнітні поля, вібрація та ін.).

2. Здатні до короткочасного акумулювання з подальшим послабленням свого впливу (пестициди в ґрунті, нестійкі хімічні сполуки у воді й повітрі, запилення атмосфери та ін.).

3. Здатні до безперервної і невизначено тривалої акумуляції (радіоактивні речовини з тривалим періодом напіврозпаду, стійкі хімічні сполуки, вилучення корисних копалин, істотні антропогенні зміни рельєфу, водосховища та ін.).

Класифікація антропогенних факторів за *їх здатністю до міграції:*

1. Немігруючі, – такі, що діють лише у місці виробництва і на деякій відстані від нього (рельєф, вібрація, електромагнітне поле, звукові коливання, світло та ін.).

2. Мігруючі з потоками води й повітря (пил, антропогенне тепло, хімічні речовини, гази, аерозолі та ін.).

3. Мігруючі з засобами їх виробництва – судна, засоби автомобільного і залізничного транспорту та ін. (сюди також відносять різноманітні фактори, у т.ч. й деякі з 1 і 2 груп).

4. Мігруючі самостійно (інтродуковані види тварин, здичавілі домашні тварини).

Класифікація антропогенних факторів за *обсягом охопленого простору:*

1. Діють тільки в місці виробництва (наприклад, загибель тварин під колесами автомобілів тощо).

2. Діють у місці їх виробництва та на певній відстані від нього (органічні речовини у воді, запиленість атмосфери та ін.).

3. Дія поширюється на величезні відстані, а іноді й на всю планету за досить високих обсягів виробництва (стійкі хімічні речовини у воді й атмосфері, радіоактивні речовини з тривалим терміном напіврозпаду та ін.).

Класифікація антропогенних факторів за *стійкістю викликаних ними змін у навколишньому середовищі*:

1. Викликають тимчасові зворотні зміни (тимчасовий вплив на навколишнє середовище, що не приводить до повного знищення видів; забруднення води нестійкими речовинами та ін.).

2. Викликають відносно незворотні зміни (окремі випадки інтродукції видів, створення водосховищ, знищення водойм та ін.).

3. Викликають абсолютно незворотні зміни в навколишньому середовищі (повне знищення видів, вилучення корисних копалин та ін.)

Класифікація антропогенних факторів за *видами діяльності людини*:

1. Індивідуальний вплив (браконьєрство, туризм тощо).

2. Колективний вплив у процесі організованої виробничої діяльності (добування корисних копалин, промисловість, сільське господарство).

За більш спрощеною класифікацією О.М. Тетіора (1992), до антропогенних впливів відносять усі види, які пригнічують природу й створюються технікою або безпосередньо людиною. Антропогенні впливи він підрозділяє на:

- технічні перетворення й руйнації природних систем і ландшафтів у процесі добування природних ресурсів, при сільськогосподарських роботах, будівництві та ін.;

- виснаження природних ресурсів (корисні копалини, вода, біологічні компоненти екосистем);

- глобальні кліматичні впливи (зміни клімату у зв'язку з господарською діяльністю людини);

- естетичні порушення (зміна природних форм, руйнування історико-культурних цінностей і т.д.);

- забруднення навколишнього середовища.

Перелічені класифікації необхідні для більш детального вивчення дії антропогенних факторів, більш точної оцінки наслідків впливу людини на біосферу та її окремі елементи. Важливою умовою організації природоохоронних заходів є виявлення джерела або місця виробництва того чи іншого антропогенного фактора. Особливі труднощі виникають щодо стійких хімічних речовин, здатних до міграцій. Також важко це зробити щодо антропогенних факторів, які виникають спорадично.

При виявленні й вивченні певного антропогенного фактора, основну увагу приділяють не засобам, які його виробили, а тим його елементам, які викликають зміни в навколишньому середовищі.

Вплив на навколишнє середовище здійснюється не тільки в процесі господарської діяльності, але й після її припинення, внаслідок тривалої дії антропогенних факторів (стійкі хімічні речовини та ін.).

Пізнання умов і масштабів виробництва антропогенних факторів необхідне для того, щоб шляхом розробки технічних і організаційних заходів скоротити виробництво

негативно діючих на навколишнє середовище факторів та підсилити дію тих, що діють позитивно.

Відомий еколог Б. Коммонер (1974) виділив п'ять, на його думку, основних втручань людини в екологічні процеси:

- спрощення екосистеми і розривання біологічних циклів;
- поява генетичних змін в організмах рослин і тварин;
- введення в екосистему нових видів;
- концентрація розсіяної енергії у вигляді теплового забруднення;
- збільшення отруйних відходів від хімічних виробництв.

## 11.2. Поняття про забруднення навколишнього середовища

Найбільш небезпечним і найбільш поширеним видом негативного впливу людини на біосферу є забруднення. Забрудненням називають надходження в навколишнє природне середовище будь-яких твердих, рідких або газоподібних хімічних речовин, мікроорганізмів або енергій (звуки, шуми, випромінювання) у кількостях, шкідливих для людини, тварин, рослин і загального стану екосистем.

Забруднення – привнесення у середовище або виникнення у ньому нових, не характерних фізичних, хімічних і біологічних речовин у твердому, рідкому чи газоподібному стані, мікроорганізмів або енергій (звуки, шум, електромагнітне або радіоактивне випромінювання) або перевищення природного середнього багаторічного фону рівня концентрації перерахованих агентів у середовищі у кількостях, які викликають зміни компонентів природи і/або шкідливо впливають на людину, флору і фауну.

За походженням, забруднення класифікують на:

- природне – яке виникає у результаті природних, як правило катастрофічних процесів (виверження вулканів, урагани, селі, пилові бурі) і відбувається без впливу людини на природу;

- фонове – фактичне забруднення, яке існувало б у даній точці при відсутності конкретних джерел забруднення (у віддалених від населених пунктів районах при відсутності поблизу джерел забруднення);

- антропогенне – забруднення, що виникло в результаті господарської діяльності людини, у т.ч. її прямого чи опосередкованого впливу на інтенсивність природного забруднення.

За об'єктом забруднення розрізняють:

- забруднення атмосфери – надходження у атмосферу різних за походженням і складом хімічних речовин, що являють собою наслідок антропогенної діяльності;

- забруднення літосфери – надходження у літосферу різних за походженням і складом хімічних речовин, що являють собою наслідок антропогенної діяльності;

- забруднення гідросфери – надходження забруднюючих речовин у кількостях і концентраціях, що порушують нормальні умови водного середовища

- і т.д.

*За видом забруднюючої речовини розрізняють забруднення:*

- механічне – засмічення середовища агентами, що здійснюють на нього механічний вплив без фізико-хімічних та біологічних наслідків (пластмаса, скло, цегла, інші інертні матеріали).

- фізичне – забруднення, пов'язане із зміною фізичних параметрів (температурних, електромагнітних, радіаційних і т.п.)

- хімічне – зміна природних хімічних властивостей середовища, а також проникнення туди речовин, що зазвичай відсутні у ньому, або в концентраціях, що перевищують норму

- і т.д.

*За часом тривалості забруднення буває тимчасове й постійне.*

*За масштабом розповсюдження забруднення поділяються на:*

- глобальне – забруднення, що виникає внаслідок переносу забруднюючої речовини на відстані понад 1000 км від джерела забруднення;

- регіональне – забруднення, що виникає внаслідок переносу забруднюючої речовини на відстань понад 40 км;

- локальне – забруднення, що фіксується поблизу одного чи кількох джерел забруднення.

Забруднююча речовина (забруднювач) – будь-яких фізичний агент, хімічна речовина чи біологічний вид. (головним чином мікроорганізм), який попадає в навколишнє середовище, чи виникає в ньому у кількостях, які виходять за рамки звичайної концентрації – природного фону.

Бувають забруднення:

– первинні (надходять в навколишнє середовище у результаті безпосереднього викиду з якогось джерела);

– вторинні (утворюються в навколишньому середовищі у результаті хімічних реакцій)

– природні (мінерального, рослинного, тваринного чи мікробного походження);

– утворюються при спалюванні палива (транспорт, промисловість);

– утворюються при спалюванні чи розкладанні відходів.

#### **Запитання і завдання для самостійної роботи та самоконтролю:**

1. Які класифікації антропогенних факторів вам відомі?
2. Що розуміють під поняттям «інградієнтне забруднення»?
3. Які варіанти походження забруднення навколишнього середовища вам відомі?
4. Скільки класів небезпеки речовини існує?
5. В чому переваги та недоліки нормативу «гранично допустима концентрація»?

## Тема 12. ОСНОВИ РАЦІОНАЛЬНОГО НАДРОКОРИСТУВАННЯ

12.1. Види використання та терміни користування надрами

12.2. Основні впливи на літосферу при надрокористуванні

12.3. Заходи з охорони надр

Надра є складовою частиною літосфери – твердої оболонки Землі, що складається із земної кори і шару верхньої мантії, який підстилає земну кору. Потужність земної кори Землі змінюється в межах 5-70 км. Надра – верхня частина земної кори, що охоплює шар від нижньої межі гумусового горизонту ґрунту до рівня, де ще можливий видобуток корисних копалин<sup>1</sup>. Так шахти в Індії та ПАР досягають глибини 4,5-5 км; у світі пробурено понад 400 надглибоких (понад 6 км) свердловин. Надра Землі – частина природного середовища, яка знаходиться під земною поверхнею, включаючи мінерали, елементи і гірські породи, які виходять на поверхню землі. Надра – мінеральна основа господарства; для людини надра – традиційний об'єкт добування корисних копалин: паливних (вугілля, нафта, горючі сланці), рудних (залізо, алюміній, мідь, олово та ін.) і нерудних (фосфорити, апатити та ін.), природних будівельних матеріалів (вапняки, піски, гравій та ін.).

### 12.1. Види використання та терміни користування надрами

Надра надаються в користування для: 1) регіонального геологічного вивчення, що включає регіональні геолого-геофізичні роботи, геологічну зйомку, інженерно-геологічні дослідження, науково-дослідні, палеонтологічні та інші роботи, направлені на загальне геологічне вивчення надр, геологічні роботи з прогнозування землетрусів і дослідження вулканічної діяльності, створення і ведення моніторингу стану надр, контролю за режимом підземних вод, а також інші роботи, що проводяться без істотного порушення цілісності надр;

2) інженерно-геологічного вивчення і оцінки придатності ділянок надр для будівництва і експлуатації підземних споруд, не пов'язаних з видобутком корисних копалин;

---

<sup>1</sup> Глибина українських шахт досягає 1300 м (Шахтарська-глибока – 1410 м, а нафтогазовидобувних свердловин – 7 км. У Карпатському регіоні в 1982 р. пробурено свердловину на нафту та газ “Шевченківська-1” глибиною 7520 м, яка була свого часу найглибшою свердловиною в Європі. В Карпатах у свердловині “Північно-Заводська-1” був розкритий найглибший у Європі нафтовий поклад в інтервалі 5700-5800 м, а з свердловини “Східниця-2” одержані припливи нафти з глибини 5900 м. Шести кілометрову межу перетнули свердловини у Дніпровсько-Донецькій западині. Криворізька надглибока свердловина, що споруджувалася поблизу с. Новоіванівка Дніпропетровської області з метою отримання даних для характеристики залізородних формацій протерозою та архею, досягла глибини 5432 м (проектна глибина – 12 км).



3) гірничо-геологічного вивчення – що включає пошуки, розвідку і видобуток корисних копалин, зокрема використання відходів гірничодобувного і пов'язаних з ним переробних виробництв;

4) будівництва і експлуатації підземних споруд, не пов'язаних з видобутком корисних копалин;

5) утворення геологічних об'єктів, що особливо охороняються, мають наукове, культурне, естетичне, санітарно-оздоровче та інше значення (наукові й учбові полігони, геологічні заказники, пам'ятники природи, печери й інші підземні порожнини);

6) збору мінералогічних, палеонтологічних та інших геологічних колекційних матеріалів.

Надра можуть надаватися в користування одночасно для геологічного вивчення (пошуків, розвідки) і видобутку корисних копалин. В цьому випадку видобуток може проводитися як в процесі геологічного вивчення, так і безпосередньо після його завершення. Надання надр в користування для видобутку корисних копалин вирішується тільки після проведення державної експертизи їх запасів.

Терміни користування надрами залежать від виду і умов користування ділянкою надр і складають:

- для геологічного вивчення до 5 років;
- для видобутку корисних копалин – на термін відпрацювання родовища;
- для видобутку підземних вод – до 25 років;

Без обмеження терміну можуть бути надані ділянки надр для будівництва і експлуатації підземних споруд, не пов'язаних з видобутком корисних копалин, будівництва і експлуатації підземних споруд, пов'язаних з похованням відходів, будівництва і експлуатації нафто- і газосховищ, а також для утворення геологічних об'єктів, що особливо охороняються.

Використання надр для видобутку корисних копалин, розміщення споруд, комунікацій, зберігання продукції, а також для поховання відходів господарської діяльності викликає необоротні геологічні процеси. З надр Землі щорічно вилучаються десятки мільярдів тонн гірських порід, що містять тверді корисні копалини. Лише паливних корисних копалин видобувається – майже 6 млрд. т умовного палива. При переробці мінеральної сировини великий її об'єм йде у відвали. При цьому багатства надр розпилюються, а на поверхні створюються маси порожньої породи і відходів. При відкритій розробці родовищ твердих корисних копалин поверхня Землі покривається «ранами» (утворюються кар'єри, виїмки, тераси, перевертаються і хороняться на значну глибину родючі шари землі). Відкачування рідких і газоподібних паливно-енергетичних матеріалів і підземних вод приводить до утворення природних місткостей – тріщин, порожнеч та ін. У зонах дії гірничорудних підприємств деколи над розробками виникають провали, що досягають десятків метрів глибини. Це позначається на нормальному функціонуванні різних споруд, особливо залізниць. У місцях інтенсивного видобутку

вапняку утворюється карстовий рельєф. Легше відновити рослинний і тваринний світ, ніж усунути наслідки, викликані порушенням природної рівноваги в надра.

## 12.2. Основні впливи на літосферу при надрокористуванні

Порушення поверхні літосфери починаються з найменшого – з будівництва житла, коли необхідні вирівнювання поверхні й закладка фундаменту. У процесі розвитку людського суспільства людина почала змінювати земну поверхню давно, але особливо крупних масштабів зміни досягли в останні 50-100 років. Інженерно-будівельна діяльність, як правило, сприяє вирівнюванню поверхні: зрізаються піднесеності, заповнюються знижені місця, що приводить до загасання фізико-хімічних процесів, пов'язаних з переміщенням твердих земних мас і водних потоків. Разом з тим, створюються нові нестійкі форми рельєфу, наприклад береги водосховищ, які легко розмиваються, захоплюючи під воду сільськогосподарські та інші угіддя.

Стрімке зростання подібних порушень почалося після 1950 р., коли у всьому світі йшов швидкий процес урбанізації, що привів до подвоєння чисельності міського населення. Це добре ілюструють дані про будівництво крупних водосховищ (90% крупних водосховищ світу були збудовані після 1950 р.). Перегороджені дамбами річки виявляються порушеними практично на всьому протязі, оскільки вище змінюється баланс стоку наносів, значна частина яких затримується у верхньому б'єфі водосховища. В результаті нижче за водосховище йде ерозія русла, а в гирлі починають відбуватися зміни, зумовлені порушенням балансу наносів. В цей же час інтенсивно розвивалася господарська інфраструктура, що супроводжувалося серйозними змінами поверхні літосфери – будувалися залізничні й автомобільні дороги, прокладалися продуктопроводи, лінії електропередач і зв'язку. Особливо це помітно на Краснодарському побережжі Чорного моря, де в результаті порушення природного стоку наносів йде швидкий розмив пляжів, тому вся смуга узбережжя забудована бетонними шпорами. Тут поверхню літосфери від передгір'їв, зайнятих дорогами і містами, до прибережної частини моря слід визнати повністю порушеною.

У Західному Сибіру, особливо в його північній частині, де ведуться пошуки нафти і газу, розвивається новий тип антропогенних порушень поверхні літосфери. Широко використовувані тут усюдиходи створюють колії, в яких процес відновлення рослинного покриву не може відбуватися швидко, оскільки тундрова і лісотундрова рослинність відновлюється дуже поволі. Пришвидшується процес ерозії, оскільки колії служать борознами стоку для талих і дощових вод. На місці мережі шляхів руху усюдиходів формується антропогенна дренажна мережа.

Площа, охоплена антропогенними порушеннями поверхні літосфери складає більше 5% території України. Основні порушення розташовані в зонах найбільш щільного заселення, тому в цій зоні рівень порушення поверхні літосфери, що припадає на 1

квадратний кілометр, складає в середньому близько 10-25%, а на урбанізованій території – 75-100%.

Порушення поверхні літосфери – далеко не нешкідливе явище. Порушення приводять, як правило, до активізації небезпечних стихійних явищ: обвалів, зсувів, просідання ґрунтів, створюють умови для формування селів і сніжної лавини, сприяють збільшенню поверхневого стоку, міняють умови інфільтрації і руху флюїдів в ґрунтах, порушують угруповання ґрунтових організмів і мікробний «фільтр», що регулює потоки газів з надр Землі.

Вторгнення в надра не тільки веде до порушень у самій літосфері, а й наносить збитки лісам, провокує зміни гідрогеологічних режимів територій (наприклад, зниження рівня Шацьких озер), зміни рельєфу місцевості й руху повітряних потоків, сприяє забрудненню атмосфери, водних джерел і утворенню великих мас відходів. Великої шкоди поверхні літосфери завдають відкриті розробки, що відторгають для своєї роботи великі земельні майданчики. Так, при відкритому вуглевидобуванні на кожні 1000 т/рік продуктивності вугільного розрізу вилучається 0,1-0,15 га/рік земельних угідь. При цьому на поверхню викидаються нижні породи, які можуть бути токсичними для флори і фауни. Якщо не вживати заходів по відновленню земель, то після таких розробок відбувається утворення «індустріальних» пустель.

На території України відбувається крупномасштабне втручання людини в системи водоносних, нафтоносних і газоносних горизонтів літосфери, як в ті, що неглибоко залягають, так і в глибокі. Могутнім вторгненням у флюїдні системи літосфери служить видобуток нафти і газу. У різних регіонах України цілі поля свердловин безперервно відкачують нафту і газ. У 2021 р. видобуто 19,4 млрд.м<sup>3</sup> природного газу, 2,4 млн.т сирої нафти, пробурено близько 3 млн. м свердловин. В результаті виникли крупні депресивні лійки, відбувається розкриття і розгерметизація все більш глибоко залягаючих водоносних, нафтоносних і газоносних горизонтів. Це може сприяти появі техногенних землетрусів. У Татарії, наприклад, де видобуток нафти ведеться вже довгий час, в районі Ромашкинського нафтового родовища з вересня 1986 р. по січень 1989 р. зареєстровано 198 землетрусів силою до 10 балів. Гіпоцентри землетрусів залягають на глибинах 2-3 км в осадовому чохла стародавньої Східноєвропейської платформи (Бойчук та ін., 2002).

Потужним засобом дії на літосферу є відкачування води з різних горизонтів підземних вод. Річні об'єми вилучення підземних вод у світі складають 9,5 млрд. м<sup>3</sup>. До цього ще треба додати відкачування шахтних і кар'єрних вод. При відкачуваннях, які перевищують поповнення води, відбувається пониження рівня підземних вод і утворення обширних лійок депресії. Найбільші пониження рівня підземних вод спостерігаються і в районі крупних міст, що використовують для водопостачання підземні води. Наприклад, у Мехіко в результаті відкачування підземних вод відбулося осідання поверхні на 10,7 м за останні 70 років. У штаті Каліфорнія (США) загальна площа осідання земної поверхні становить 16 тис. км<sup>2</sup>. В окремих місцях осідання досягає 8-9 м. Це порушує роботу

каналів, водопроводів і обумовлює значні витрати на ремонт і переобладнання свердловин. Подібні ситуації виникають і у значно менших містах, і в інших гідрогеологічних умовах. Зокрема у м. Ромни Сумської області довелося провести поглиблення артезіанських свердловин аби забезпечити водопостачання міста.

Натомість відбувається обводнення верхніх горизонтів літосфери у містах через витоки з водопровідної і каналізаційних мереж. Загальна довжина трубопроводів України становить 180 тис. км. Із 91 000 км магістральних і вуличних трубопроводів 30% перебувають у аварійному стані, з 47 000 км каналізаційних трубопроводів в аварійному стані знаходиться 24%. Число щорічних поломок водопровідної мережі становить 1-4 на 1 км, що більше ніж у 5 разів перевищує показники Західної Європи. Втрати води в системах її розподілу досягають 30%, а в деяких випадках – 50%, такі втрати навіть закладаються в проекти. Втрати води у міських мережах досягають 10-70 м<sup>3</sup>/км/день, порівняно з 2-10 м<sup>3</sup>/км/день у Західній Європі. Число аварійних викидів з каналізаційної мережі становить 1,4 на км щороку. Рівень інфільтрації становить 20%. Таким чином, у містах до ненасиченої зони літосфери і до вільних горизонтів ґрунтових вод поступає до 3 км<sup>3</sup> води, зокрема гарячої з тепломережі. Тому в багатьох містах затоплюються підвали будинків, підземні комунікації, а рівень ґрунтових вод росте. В результаті відбувається руйнування фундаментів, просідання ґрунтів, розвивається техногенна суфозія.

Частина поверхневого стоку переводиться в підземний при зрошуванні. У сільському господарстві України споживання води становило у 2005 році близько 6, а у 2011 р. – понад 7 куб. кілометрів. Основна частина цієї води використовується на зрошування. При зрошуванні в магістральних каналах і безпосередньо на полях втрачається на фільтрацію до 30% води. В результаті на значній частині зрошуваної території відбувається підйом рівня ґрунтових вод і навіть виникають заболочені ділянки. Вже зараз з цієї причини не використовується 200 тисяч га зрошуваних земель, а площа, на якій підвищився рівень води, досягає мільйон гектарів.

Інший шлях переведення поверхневого стоку в товщу літосфери – це підтоплення в районах створення водосховищ, де рівні води піднялися на десятки сантиметрів і на метри. Такий підйом ґрунтових вод і заповнення водою раніше ненасиченої зони змінює механічні властивості ґрунтів, сприяє руйнуванню берегів водосховищ, розвитку суфозії і появі зибучих пісків, розвитку карсту і т.п. Під крупними водосховищами в місцях розломів земної кори не виключене проникнення поверхневих вод в глибокі пласти і в глибоко залягаючі водоносні горизонти. Це може породжувати підвищену сейсмічність, що добре відомо з практики будівництва крупних водосховищ. Крім водосховищ, побудовані канали великої протяжності, мережі дрібних каналів, а також дренажні системи. У мережах каналів, як зрошувальних, так і дренажних, які в більшості своїй не облицьовані, йдуть активні ерозійні процеси. На багатьох осушених землях зараз спостерігаються пониження і осідання ґрунту в результаті «вигорання» торфу і руйнування підземних дренажних систем.

Ще один шлях вторгнення в літосферу – це закачування забруднених вод в глибокі свердловини і закачування гарячої води і пари в нафтові свердловини з метою збільшення нафтовіддачі пласта. Об'єми цих закачувань навіть не визначені точно<sup>1</sup>.

Окрім розвідувальних і промислових свердловин, достатньо глибокі горизонти надр зачіпають шахти з видобутку корисних копалин: вугілля, поліметалічних руд, солей. В результаті утворюються підземні порожнини, які увесь час ростуть за обсягами і площами. Лише на деяких копальнях ведеться закладка гірських виробок через 5-10 років після видобутку. Але ця закладка не компенсує утворений об'єм порожнин, оскільки з 17 млн. м<sup>3</sup> порожнин, що щорічно утворюються, закладається тільки 3,5 млн. м<sup>3</sup>. На підприємствах з видобутку вугілля закладка виробленого простору взагалі не прийнята як необхідний елемент надрокористування. Лише у Луганській області за весь час існування шахт утворилося понад 10 млрд. м<sup>3</sup> порожнин. Все це призводить просідання ґрунтів, а також до порушення флюїдних систем, оскільки з діючих шахт і кар'єрів вода відкачується, а закриті шахти звичайно затопляються. Лише в межах Луганської області, де площа гірничих виробок щорічно збільшується на 20 км<sup>2</sup>, площа таких просідань становить 2,2 тис. км<sup>2</sup>, а їх глибина перевищує 1,5 м, а в окремих випадках і 10 м. Є вагомим підстави вважати, що райони видобутку нафти, газу і вугілля служать джерелами надходження в атмосферу метану.

В цілому в Україні щорічно видобувається понад 20 млн.т. вугілля, а також значні обсяги інших корисних копалин, при цьому викидається до 25 млн. т. породних відвалів. Лише приблизно третина поверхневих і підземних порожнеч засипається і закладається, а ті що залишилися збільшують об'єм порожнеч.

Після 1950-х років могутнім чинником дії на земні надра стали підземні ядерні вибухи, яких на території СРСР тільки в мирних цілях було проведено 84, причому значна частина їх була зосереджена біля узбережжя Каспію. Віддаленні наслідки дії ядерних вибухів на надра Землі важко передбачати. До того ж ці наслідки набуватимуть своїх форм і особливостей, пов'язаних з географічним розташуванням регіонів, геологічною будовою і розвитком тектонічних процесів<sup>2</sup>.

Наприклад, в результаті багаторічного освоєння нафти і газу навколо Каспійського моря і в його межах утворився ареал дестабілізації надр, пов'язаний з діями людини. Його розвиток мав два етапи. Перший етап тривав з 1847 по 1959 р. і почався з буріння першої свердловини на Апшеронському півострові. До кінця XIX ст. нафтові розробки поширилися на приморську частину Дагестану, Західну Туркменію й у Північному Прикаспії. Вже тоді з'явилися перші ознаки наслідків втручання людини: почалися просідання ґрунту, обводнення продуктивних пластів, викиди піску з свердловин. Глибини в цей час не перевищували 3 км – розкривались, як правило, слабонапірні

---

<sup>1</sup> Орієнтовно 20 м<sup>3</sup> на 1 м робочої потужності пласта.

<sup>2</sup> 2 ядерних вибухи було проведено і в Україні: №363 09.07.1972 р. (потужність 3,8 кт), і №530 16.09.1979 р. (потужність 0,3 кт).

флюїдодинамічні системи, формувалися лійки депресії, виснажувались верхні водоносні горизонти, чому сприяла поява глибинних насосів, турбінного способу буріння і газліфту<sup>1</sup>. Подібні техногенні дії сприяли відтоку води з Каспію у верхні горизонти надр прибережних регіонів. На цьому етапі це могло прискорювати обміління Каспію.

Закінчення першого етапу характеризувалося тим, що разом з розширенням площ і об'ємів депресійних лійок, почалася розгерметизація високонапірних флюїдодинамічних систем з високим пластовим тиском. Розгерметизація високонапірних горизонтів з аномально високим пластовим тиском викликала перетікання флюїдів від низу догори, внаслідок чого почалося нівелювання депресивних лійок і підпір приповерхневих водоносних горизонтів. Ознаками такого процесу було зростання числа і скорочення періодів між виверженнями грязьових вулканів Апшерону і Кобистану, різке підвищення мінералізації в спостережній свердловині в Дагестані, аномально високі дебіти джерел в північному Прикаспії, і підвищення рівня Каспійського моря, які не ув'язувалися з режимом приповерхневих вод і атмосферними опадами.

Каспій можна розглядати як відносно тонкий безнапірний шар води, що взаємодіє з багатокілометровою товщею водо-, нафто- і газонасичених порід. Ця товща поводить себе подібно до губки з попередньо напруженим скелетом, що легко деформується. По-перше, порушується рівновага між напругою в скелеті гірських порід і тиском в каналах фільтрації флюїдів, що призводить до рухливості надр, і перерозподілу потоків флюїдів. По-друге, порушується тепло- і масоперенесення й виникають фазові переходи: відбувається гідроліз алюмосилікатів з руйнуванням кристалічних ґраток мінералів осадових порід і адсорбційне пониження їх міцності, відбувається хімічне розкладання молекул води, випадіння вторинних солей, а також парафінів в колекторах з нафтидами, змінюється пружність газових компонентів за рахунок запечатування або розгерметизації значних об'ємів (Бойчук та ін., 2002).

В кінці першого етапу ці процеси вже почалися, а з початком другого етапу (з 1960 р.) людина різко розширила масштаби техногенних дій. На обширних просторах йшла подальша розгерметизація зон високого пластового тиску. Новим чинником могутньої дії на надра стали ядерні підземні вибухи. У Прикаспійському регіоні, починаючи з середини 60-х років, ці вибухи використовувалися для створення підземних місткостей в соляних куполах – 46 вибухів і для глибинного сейсмічного зондування – 6 вибухів. Таким чином, було проведено 52 підземних ядерних вибухи<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Спосіб піднімання рідини (нафти) із свердловини за рахунок енергії стиснутого газу. Компресором стискується нафтовий газ, повітря, а також використовується природний тиск природного газу (безкомпресорний газліфт). Вперше цей спосіб було реалізовано в Угорщині під час осушування затопленої шахти (кінець 18 ст.).

<sup>2</sup> Всього у СРСР було проведено 715 ядерних вибухів у мирних цілях (77,4% підземні), а у США – 1056 (81,1% підземні). Крім того проводилися вибухи і у військових цілях, і у інших країнах: Франція – 210, Британія – 45, КНР – 45 (22 підземних), Індія і Пакистан – по 6, КНДР – 2 (за іншими даними – 6).

В результаті таких могутніх дій і вже не точкової, а місцями суцільної розгерметизації зон аномально високого пластового тиску, почав підвищуватися рівень підземних вод у верхніх горизонтах, що особливо яскраво виявилось поблизу Астрахані. Услід за цим відбулося зростання сейсмічної активності в західній частині прогину, почастишали викиди грязьових вулканів і зародилася хвиля деформацій, яка виникла на Апшероні – в найстарішому районі нафтовидобутку, і рухалася з області альпійської складчастості на північний схід у бік молодих і давніх платформ із швидкістю 50-60 км/рік. Проходження цієї хвилі супроводжувалося різким падінням нафтовидобутку по всьому регіону.

Проходження хвилі деформацій, посилило підпір рівнів підземних вод, розрядка якого наступила в 1978 р., чому передувало зниження темпів падіння рівня Каспію. З цього року підземні води стали розвантажуватися до Каспію з обширних просторів в об'ємі від 40 до 60 км<sup>3</sup>/рік. У 1979 р. розвантаження набуло вибухового характеру – рівень моря піднімався із швидкістю 30-32 см/рік. В даний час це, мабуть, єдине пояснення підйому Каспію в минулому і нинішньому сторіччях, який від минулих підйомів відрізняється незвичайно швидкими темпами. Пояснення через зміни конфігурації дна в результаті тектонічних рухів, не підтверджуються високоточними повторними нівелюваннями. Спроба пояснити зміну водного балансу Каспію збільшенням притоку води в нього і зменшенням випаровування не узгоджуються з особливостями зональної циркуляції, зростанням глобальної температури і вилученнями води на зрошення і господарські потреби. Натомість цим можна частково пояснити стрімке падіння рівня Аральського моря, яке, на думку деяких учених, «перетекло» до Каспійського через розгерметизовані закарстовані горизонти.

За аномальним підйомом рівня Каспію з 1980 р. послідував новий сплеск сейсмічної активності, що охопив частини регіону з відносно невисокою сейсмічною активністю. Таким чином, масштаби техногенної дестабілізації надр Арало-Каспійського прогину набули вже не локального, а регіонального характеру, співставного з природними тектонічними процесами. Ця дестабілізація незворотна й не поки піддається регулюванню.

Можна очікувати, що іншим місцем регіональної дестабілізації надр може стати північ Західного Сибіру, де йде масований тиск людини на флюїдодинамічні системи все більш глибоких надр.

### **12.3. Заходи з охорони надр**

Надра Землі є не тільки джерелом добування корисних копалин, але й місцем захоронення шкідливих хімічних і радіоактивних відходів, сховищем видобутих нафти й газу, місцем проведення підземних ядерних випробувань, будівництва деяких підземних споруд, прокладання транспортних комунікацій і т.д. Відтак необхідною стає розробка принципів раціонального використання й охорони надр.

До заходів, спрямованих на зменшення шкідливої дії на навколишнє середовище при надрокористуванні, необхідно віднести:

- створення нових високоекологічних технологій розробки родовищ корисних копалин, утилізацію відпрацьованої породи або надійне її захоронення, забезпечення економії мінеральної сировини при транспортуванні й переробці;

- забезпечення якнайповнішого вилучення з надр запасів корисних копалини, підвищення комплексності використання родовищ, тобто родовищ, що містять, окрім основного елемента, ряд супутніх компонентів, сумарна економічна цінність яких нерідко більше цінності основного компоненту. Це дає можливість зменшити число розробок родовищ, скоротити втрати корисних копалини і в той же час розширити сировинну базу;

- отримання мінеральної сировини з «хвостів», тобто раніше перероблених руд. Сучасні технології і досягнення НТП дозволяють їх повторно використовувати нерідко з більшим ефектом, ніж видобуваючи нову рудну сировину, оскільки і витрати на видобуток менші, і вміст корисних компонентів в «хвостах» нерідко не поступається сировині, що видобувається;

- охорону родовищ корисних копалини від затоплення, обводнення, пожеж й інших чинників, що знижують якість корисних копалини і промислову цінність родовищ, або що ускладнюють їх розробку;

- запобігання забрудненню надр при проведенні робіт, пов'язаних з захороненням шкідливих речовин і відходів виробництва, скиданням стічних вод, удосконалення методів захоронення радіоактивних відходів із метою запобігання радіоактивного забруднення навколишнього середовища.

- пошук природних і штучних замінників дефіцитних мінеральних сполук, більш повне використання вторинних ресурсів, використання альтернативних екологічно чистих джерел енергії.

Державний контроль за використанням надр і охороною навколишнього природного середовища здійснюється органами геологічного контролю і органами державного гірського нагляду у взаємодії з природоохоронними й іншими контролюючими органами.

Після відпрацювання родовищ корисних копалини проводиться рекультивация даної території. Рекультивация – комплекс робіт, що здійснюються з метою відновлення порушених територій і приведення земельних ділянок в безпечний стан.

Об'єкти рекультивации:

- кар'єрні виїмки, терикони, відвали;
- землі, порушені при будівельних роботах;
- території полігонів твердих відходів;
- землі, порушені в результаті забруднення.

Види рекультивации:

1. Технічна – попередня підготовка: планування поверхні, зняття, транспортування й нанесення родючого ґрунту і т.д. На цьому етапі засипають виїмки, в кар'єрах



влаштовують водоймища, розбирають терикони, відвали, хвостосховища, закладають порожні підземні простори.

2. Біологічна – створення рослинного покриву на підготовлених ділянках:

- формування ландшафту, зміцнення ґрунтів, створення умов для заселення тварин, рослин, місць відпочинку, відновлення продуктивності, створення сінокісно-пасовищних угідь;

- вибір переважного напрямку рекультивації: водогосподарське, рекреаційне та ін.

3. Будівельна – зведення будівель й інших споруд. Основні види подальшого використання рекультивованих земель:

- лісорозсадники, лісонасадження загального господарського і захисного напрямку;
- сінокоси, пасовища, посіви багаторічних культур, рілля, сади;
- водоймища різного призначення, включаючи риборозплідні;
- водоймища для оздоровчих цілей, зони відпочинку, туристичні бази, спортивні споруди;
- ділянки, законсервовані або закріплені технічними засобами, насадження газостійких рослин;
- будівлі, споруди й інші об'єкти промислово-цивільного та іншого призначення;
- розміщення полігонів відходів та відвалів виробництва.

**Запитання і завдання для самостійної роботи та самоконтролю:**

1. Які існують терміни користування надрами?
2. Для якого виду корисних копалин надра надаються в користування без надання гірничого відводу на підставі спеціального дозволу (ліцензії) на геологічне вивчення надр?
3. Які існують терміни користування надрами?
4. Назвіть основні види порушення літосфери
5. Які заходи передбачаються для раціонального використання та охорони надр?
6. Що включає в себе рекультивація?

## **Тема 13. ОСНОВИ РАЦІОНАЛЬНОГО ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ**

13.1. Еродованість, дегуміфікація і забруднення ґрунтів

13.2. Основні джерела забруднення ґрунтів

Під земельними ресурсами розуміються землі, систематично використовувані або придатні до використання для конкретних господарських цілей. Земельні ресурси обмежені, до того ж не замінимі іншими засобами виробництва. Використання їх пов'язане з постійністю місця. Розрізняються вони за агропромисловими властивостями, родючістю і розташуванням.

Поверхня Землі складає 51,0 млрд. га, у тому числі Світовий океан займає 36,1 (70,8%) і суходіл 14,9 млрд. га (29,2%). У складі суходолу, виключаючи Антарктиду, на власне земельні ресурси, які практично знаходяться у розпорядженні людства, припадає 13,4 млрд. га, або 26% площі Землі. Земельний фонд світу розподіляється таким чином:

а) оброблювані землі – 11,3%, у т.ч. – орні 10,4%;

б) необроблювані землі – 88,7%, з них лісові землі – 29,6%; луки і пасовища – 25,8%; інші – 33,3%.

На жаль, через неправильну експлуатацію щорічно втрачається деяка частина родючих земель. Так, за ХХ сторіччя в результаті прискореної ерозії втрачено 2 млрд. га родючих земель, що складає 27% від загальної площі земель, використовуваних для сільського господарства.

Тому статистика земельних ресурсів виділяє також землі за їх станом, зокрема порушені землі (ділянки земель, де в результаті господарської діяльності порушився ґрунтовий покрив, змінився гідрологічний режим, а також ділянки земель, зайняті териконами, накопичувачами, відстійниками, сховищами відходів і т.д.), відпрацьовані землі (ділянки земель, на яких повністю закінчені роботи, що викликали порушення ґрунтового покриву, але не проведено їх відновлення), землі, схильні до водної ерозії, дефляції (землі, ґрунтовий покрив яких розмивається і змивається водою (ерозія), видувається вітрами (дефляція) змивається бурхливими паводками, селями на гірських річках) і т.д.

Головною складовою земельних ресурсів є ґрунтовий порив. Ґрунтом називають самі верхні шари літосфери, збагачені гумусом, які мають властивість родючості. Ґрунтовий покрив є найважливішим природним утворенням і компонентом Землі. Саме ґрунтова оболонка (педосфера) визначає багато процесів, що відбуваються в географічній оболонці. Ґрунт є основним середовищем для вирощування продовольства. Вирощені в ґрунті продукти та корми, забезпечують 95-97% продовольчих ресурсів для населення планети.

### **13.1. Еродованість, дегуміфікація і забруднення ґрунтів**

В Україні 29,% ґрунтів – еродовані і 1,2 % – дефльовані. Аспект еродованості ґрунтів розглянемо на прикладі Сумської області. В Сумській області площа еродованих земель складає понад 305,1 тис. га, в тому числі 176,8 тис. га орних земель (14,1% від загальної площі цих угідь). У складі еродованих земель обліковується 63,9 тис. га з середньо- та сильно змитими ґрунтами. Поряд з площинною ерозією, досить інтенсивно розвиваються процеси лінійного розмиву та яроутворення. Площа ярів складає 2,56 тис. га. Окремо виділяються яружно-балкові системи з інтенсивністю ерозії, що перевищує нормативи у 10-20 разів.

Боротьба з ерозією і дефляцією забезпечується виконанням комплексу заходів: оранки упоперек схилу, борознування, гребенювання, човникової і безвідвальної оранки, посадки лісових смуг, терасування лісових схилів. Захист від селів забезпечується скріпленням ґрунту схилів і оберіганням від розмиву (посадки кущів і лісу), а також будівництвом гідротехнічних споруд – гребель, каналів для відведення стоку в заздалегідь підготовлені приймачі.

За 1995-2000 рр. вміст гумусу в ґрунтах Сумської області зменшився на 0,1% – з 3,3% до 3,2%, тоді як за період 1970-1985 рр., тобто за 15 років, він зменшився на 0,13% з 3,5% до 3,37%. Це свідчить про те, що мінералізація органічної речовини відбувається інтенсивними темпами. Причиною цього є значне скорочення обсягів внесення органічних добрив, порушення сівозмін та чергування культур в них, відхилення від оптимальних, науково обґрунтованих структур посівних площ. Якщо врахувати низьку насиченість сівозмін багаторічними травами – 9-12%, зрідка 15%, то в ґрунти надходило все менше і менше органіки, відтворення гумусу швидко гальмувалось. Ефективна та потенційна (природна) родючість ґрунтів знижувалась не тільки за показниками врожайності, але і за показниками вмісту гумусу та поживних елементів

Забруднення земель – це привнесення, накопичення чи виникнення на поверхневому шарі нових, зазвичай не характерних для цих земель фізичних хімічних або біологічних елементів, або перевищення в ній концентрацій вказаних елементів в порівнянні з середнім багаторічним рівнем. Воно викликається попаданням в ґрунт побутових відходів, відходів виробничої діяльності, осіданням домішок із забрудненого атмосферного повітря й водних джерел, накопиченням хімічних речовин, що вносяться в ґрунт для підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Забруднення ґрунту викликає безліч негативних явищ – знижує урожаї, сприяє накопиченню токсичних речовин, загрозливих здоров'ю і життю людини.

Захист і відновлення земель здійснюється шляхом обмеження і заборони використовувати токсичні й біохімічно стійкі речовини, внесення пестицидів, перетворення на компост твердих відходів, багатих органічними сполуками; іригації, меліорації, боротьби з ерозією ґрунтів, рекультивації земель.

### **13.2. Основні джерела забруднення ґрунтів**

*Житлові будинки і комунально-побутові підприємства.* Встановлено, що щорічно на одного жителя Землі утворюється одна тонна відходів, з них близько 500 кг – тверді побутові відходи (ТПВ), зокрема більше 50 кг полімерних, що важко розкладаються. Орієнтовний склад ТПВ міст України включає наступні компоненти (% мас.): харчові відходи – 33-43; папір і картон – 20-30; скло – 5-7; текстиль 3-5; пластмаса – 2-5; шкіра і гума – 2-4; чорний метал – 2-3,5; дерево – 1,5-3; камені – 1-3; кістки – 0,5-2; кольорові метали – 0,5-0,8; інші – 1-2.

За походженням відходів переважає побутове сміття, харчові відходи, будівельне сміття, предмети домашнього ужитку, що прийшли в непридатність, і т.п. Все це збирається і вивозиться на звалища. Для крупних міст збір і знищення побутового сміття на звалищах перетворилась на важко вирішувану проблему через переповнення цих звалищ, яку часто вирішують спалюванням. Просте спалювання сміття на міських звалищах супроводжується виділенням отруйних речовин. Крім того, відбувається забруднення підземних вод через просочування шкідливих речовин в ґрунтові води. Тому останніми роками приділяється велика увага розробці нових способів утилізації або знищення твердих побутових відходів. Серед них:

- **повторне використання (рециклінг)**. Рециклінгу передуює роздільне збирання або сортування ТПВ. Слід однак зазначити, що якість сортування значною мірою залежить від загальної культури і дисциплінованості населення. В Україні сьогодні роблять лише перші спроби впровадити роздільне збирання ТПВ. Після сортування вилучені компоненти переробляють, виготовляючи товарний продукт. Для цього необхідно створити та розвивати спеціальну індустрію, яка працює на вторинній сировині. Наразі США, Швейцарія і Японія досягли відповідно 23,8, 23 і 20% рециклінгу відходів. Водночас принаймні 65–70% твердих відходів (це переважно органічний компонент) мають бути перероблені іншим способом, основним з яких на сьогодні є спалювання.

- **спалювання** є найбільш технічно відпрацьованим серед усіх методів промислового перероблення ТПВ, техніку та технологію спалювання весь час удосконалювали. Тривала практика спалювання відходів дозволяє чітко визначити його переваги та недоліки. Провідні незалежні європейські інститути вважають спалювання відходів вигідним, оскільки при цьому можна отримувати електроенергію і тепло. Але слід зауважити, що це єдиний позитивний момент. Усі відомі сьогодні сміттєспалювальні установки мають низку недоліків, головним з яких є те, що під час роботи вони утворюють вторинні надзвичайно токсичні відходи (поліхлоровані дибензодіоксини, фурані і біфеніли), які потім разом з важкими металами потрапляють у навколишнє середовище з димовими газами, стічними водами і шлаком. Хлорорганічні відходи належать до групи вкрай стійких і надзвичайно небезпечних токсикантів. У 2002 р. в Стокгольмі була прийнята Глобальна міжнародна конвенція про заборону стійких органічних забруднювачів. У групу з 12 особливо небезпечних речовин, включених у перелік цієї Конвенції, входять зазначені діоксини, фурані і біфеніли (Бойчук та ін., 2002). Суттєвим недоліком сміттєспалювання є також його низька економічність. Коефіцієнт використання теплової енергії навіть на кращих сміттєспалювальних підприємствах США не перевищує 65%. До того ж для спалювання відходів застосовують значну кількість додаткового рідкого палива (до 265 л на тонну відходів, що їх спалюють).

Рівень спалювання побутових відходів у різних країнах суттєво відрізняється. Так, із загальних обсягів ТПВ частка спалювання становить у Австрії, Італії, Франції, Німеччині від 20 до 40%; Бельгії, Швеції – 48–50%, Японії – 70%; Данії, Швейцарії – 80%; Англії і

США – 14%; Україні – 2%. Водночас багато фахівців вважають, що сміттєспалювальні заводи взагалі не можуть бути екологічно чистими підприємствами. Професор С.С. Юфіт переконливо довів не лише небезпечність сміттєспалювальних заводів, але й їхню неефективність, неекологічність і абсолютну економічну неприйнятність для будь-якого місцевого бюджету (Бойчук та ін., 2002).

Незважаючи на це розробляються нові способи спалювання побутового сміття. Перспективним способом вважається спалювання такого сміття над гарячими розплавами металів. Останнім часом багато компаній переходять від простого спалювання відходів на двоступінчастий процес, що включає стадію піролізу (розкладання органічних речовин без доступу кисню за відносно низьких температур 450-800°C). Такий процес виявляється енергетично вигіднішим, ніж просте спалювання. У результаті піролізу отримують горючий газ і твердий залишок. Потім той та інший продукти без будь-якої додаткової обробки, відправляють у піч на спалювання. Частина піролізних газів після конденсації може бути виведена із системи й конвертована в рідке паливо. Зрозуміло, що піроліз має ті самі недоліки, що і пряме спалювання відходів. Піролізний газ необхідно очищати від кислих газів типу хлористого водню (HCl), внаслідок чого цей процес стає досить дорогим через застосування спеціального устаткування і використання каустичної або кальцинованої соди; при цьому також не можна уникнути забруднення довкілля важкими металами.

- **біотермічне компостування** твердих побутових відходів у світовій практиці розвивалося як альтернатива спалюванню. Передбачали, що одним із напрямів утилізації органічного компонента ТПВ буде перероблення його в органічне добриво (компост). З відомих сьогодні методів найефективнішим і найбільш гігієнічним є метод перероблення в циліндричних барабанах, що обертаються. Труднощі здійснення цього методу полягають у досить складному процесі сортування і необхідності попереднього перероблення відходів, що потребує будівництва спеціальних заводів. У Радянському Союзі та пострадянських країнах з 1971 до 1994 року було збудовано 9 заводів, на яких реалізовано практично одну й ту саму технологію прямого компостування ТПВ. Усі заводи мали обладнання для здійснення трьох основних технологічних операцій: часткового попереднього підготовлення відходів; біотермічного анаеробного компостування; очищення від домішок та складування компосту. На деяких заводах запроваджено технологію термічної обробки фракцій, що не підлягають компостуванню. Однак компост, отриманий на усіх зазначених заводах, має поганий товарний вигляд, низьку якість, його складно продати.

- **анаеробне ферментування** твердих побутових відходів у багатьох випадках є найефективнішим. Метод передбачає санітарне засипання відходів землею і отримання біогазу. З цією метою побутове сміття засипають за визначеною технологією шаром ґрунту товщиною 0,6-0,8 м і утрамбовують. Такі полігони оснащують вентиляційними трубами, газодувками та ємностями для збирання біогазу.

Видобувати та утилізувати біогаз, утворений у процесі розкладання ТПВ, почали наприкінці 70-х років минулого століття у США (на сьогодні там діє близько 80 установок для спалювання метану), а пізніше – у країнах Західної Європи. Цей метод часто розглядають як альтернативне джерело енергії (або хімічної сировини), завдяки чому він набуває широкого поширення у світовій практиці. У США видобування біогазу вважають комерційно вигідним.

Теоретично вихід звалищного газу, придатного для збирання та використання, становить 100 м<sup>3</sup>/т ТПВ (або 5 м<sup>3</sup>/т ТПВ за рік упродовж 20 років) за вмісту метану 55% (теплотворна здатність – 19,8 МДж/м<sup>3</sup>). За розрахунками річний потенціал звалищного газу в Україні складає близько 400 млн. м<sup>3</sup>. Найбільш рентабельним є його промислове використання на підприємствах, розташованих безпосередньо поблизу полігону, або вироблення електроенергії та постачання її у мережу.

Однак промислове використання біогазу можливе, як мінімум, лише через 5-10 років після створення полігону, а рентабельним воно є лише за обсягів ТПВ понад 1 млн. тонн. До недоліків складування відходів на полігонах слід віднести виведення з обігу великих площ сільськогосподарських угідь, труднощі щодо організування нових звалищ через формування ринку землі й відсутність вільних земельних ділянок, значні витрати на транспортування відходів та нераціональне використання органічного компонента ТПВ (оскільки за цією технологією використовують лише невелику частину енергетичного потенціалу відходів). Усе це спонукає вести пошук більш раціональних шляхів перероблення і утилізування ТПВ.

Альтернативою піролізу є процес газифікування, що відбувається аналогічно, але за температури 800-1300 °С і за наявності невеликої кількості повітря. У цьому випадку отриманий газ являє собою суміш низькомолекулярних вуглеводнів, які потім спалюють у печі. На жаль, екологічну ситуацію такий процес також не поліпшує, тому що наявність повітря й наявність в смітті хлорорганічних сполук за високої температури призводить до інтенсивного утворення діоксинів, а солі важких металів із процесу не виводяться і потрапляють у навколишнє середовище.

- **високотемпературний піроліз (газифікування).** Найбільш повна деструкція продуктів, що містяться в ТПВ, відбувається за температури 1 650–1 930 °С в розплаві мінеральної суміші з добавками металів або за температури до 1 700 °С в розплаві солей чи лугів за наявності каталізаторів (MSOP-технологія). Зазначені способи забезпечують перероблення ТПВ практично будь-якого складу, тому що за такої температури повністю руйнуються всі діоксини, фурани і біфеніли. У результаті отримують синтез-газ – суміш водню, метану, чадного газу, діоксиду вуглецю, водяної пари, оксидів азоту і сірки та твердий залишок, що його видаляють з реактора через спеціальну витіснювальну систему. Синтез-газ після очищення від домішок можна використовувати безпосередньо як паливо, як сировину у хімічній промисловості або для синтезу рідких вуглеводнів (метанол, бензин).

Цей метод утилізування ТПВ є найбільш перспективним для України, оскільки дозволяє одночасно вирішувати три важливих проблеми сьогодення, що стосуються:

1) екологічної безпеки, оскільки у перспективі дозволить відмовитися від звалищ та полігонів ТПВ у їх сьогоdnішньому вигляді;

2) енергетичної безпеки, оскільки дозволить частково покривати дефіцит рідких та газоподібних вуглеводнів в енергетиці;

3) часткового покриття дефіциту вуглеводневої сировини.

Основним способом знешкодження ТПВ як за кордоном, так і в Україні є складування на полігонах. Для створення полігону виділяють земельну ділянку з глинистим або важко-суглинним ґрунтом. Вибір такого ґрунту обумовлений тим, що дощові й талі води проходячи через шар твердих побутових відходів товщиною в декілька десятків метрів, вимивають з нього розчинні шкідливі компоненти і утворюють стічні води полігону (фільтрат). Глинисті й суглинні ґрунти перешкоджають проникненню таких стічних вод в пласти підземних вод.

Термін експлуатації полігону складає 15-20 років. Полігон має розташовуватися не ближче 500 м від житлової забудови і не далі 500 м від дороги з твердим покриттям.

*Промислові підприємства і транспорт.* У твердих і рідких промислових відходах постійно присутні речовини, здатні токсично діяти на живі організми і рослини. Наприклад, у відходах металургійної промисловості присутні солі кольорових важких металів. Машинобудівна промисловість викидає в навколишнє природне середовище ціаніди, з'єднання миш'яку, берилію; при виробництві пластмас і штучних волокон утворюються відходи, що містять фенол, бензол, стирол; при виробництві синтетичних каучуків в ґрунт потрапляють відходи каталізаторів, некондиційні полімерні згустки; при виробництві гумових виробів в навколишнє середовище поступають пилоподібні інгредієнти, сажа, які осідають на ґрунт і рослини, відходи гумо-текстильних і гумових деталей.

При роботі двигунів внутрішнього згорання інтенсивно виділяються оксиди азоту, свинець, вуглеводні, оксид вуглецю, сажа й інші речовини, що осідають на поверхню землі або поглинаються рослинами. У останньому випадку ці речовини також потрапляють в ґрунт і залучаються до колообігу, пов'язаного з харчовими ланцюгами. При експлуатації транспорту – накопичуються зношені покришки, автокамери і обідні стрічки. Зберігання і утилізація зношених шин в даний час є ще невирішеними проблемами, оскільки при цьому часто відбувається сильні пожежі, які дуже важко гасити. Ступінь утилізації зношених шин не перевищує 30% від загального їх об'єму.

*Забруднення ґрунту важкими металами.* Важкими металами називають кольорові метали, щільність яких більше щільності заліза. До них відносять свинець, мідь, цинк, нікель, кадмій, кобальт, хром, ртуть.

Особливістю важких металів є те, що в невеликих кількостях майже всі вони необхідні для живих організмів. У організмі людини важкі метали беруть участь в життєво

важливих біохімічних процесах. Проте перевищення допустимої їх кількості приводить до серйозних захворювань. У промислових районах вміст свинцю в ґрунті в 25-27 разів більше, ніж в сільськогосподарських.

Важкі метали накопичуються в ґрунті й сприяють поступовій зміні його хімічного складу, порушенню життєдіяльності рослин і живих організмів. З ґрунту важкі метали можуть потрапити в організм тварин і людей, де викликати небажані наслідки.

Встановлено, що ртуть надходить в ґрунт з деякими пестицидами, побутовими відходами і вимірювальними приладами, що вийшли з ладу. Наприклад, одна люмінесцентна лампа містить 80 міліграм ртуті. Сумарні неконтрольовані викиди ртуті складають 4-5 тис. т/рік. Гранично допустима концентрація ртуті в ґрунті складає 2,1 мг/кг. При постійному надходженні ртуті в організм в малих кількостях, відбувається ураження нервової системи, що призводить до легкої збудливості й ослаблення пам'яті.

Вельми токсичним для живих організмів є свинець. З кожної тонни свинцю, що видобувається, до 25 кг його поступає в навколишнє середовище. Величезна кількість свинцю виділялася в атмосферу разом з вихлопними газами автомобілів при спалюванні етильованого бензину до його заборони, оскільки 1 л такого бензину містить до 0,5 г тетраетилсвинцю. Забруднення ґрунту і рослин свинцем уздовж автомобільних доріг розповсюджується на відстань до 200 метрів, створюючи ймовірність потрапляння шкідливих речовин до організму людини через сільськогосподарські продукти, що може привести до враження центральної нервової системи, печінки, нирок і мозку.

Велику небезпеку для людини являє накопичення в ґрунті кадмію. У природі кадмій знаходиться в ґрунті й у воді, а також в тканинах рослин. Всесвітня організація охорони здоров'я рекомендувала обмеження дози кадмію, що поступає з їжею в організм людини, до 70 мкг в добу. Споживання їжі, що містить підвищені дози кадмію, призводить до деформації скелета, зниження росту і сильних больових відчуттів у поясниці.

*Забруднення ґрунту пестицидами.* Ґрунт забруднюється також при використанні в сільському господарстві пестицидів. Відомо, що нормальне зростання рослин визначається різними фізичними, хімічними і біологічними процесами, які протікають в ґрунті. При попаданні в ґрунт, пестициди можуть бути включені в ці процеси з їх накопиченням в рослинах. Крім того, вони зберігають стійкість в ґрунті тривалий час, що також зумовлює їх накопичення в харчових ланцюгах.

Пестициди, або отрутохімікати, за призначенням підрозділяються на наступні групи:

- інсектициди, що є хімікатами для боротьби з комахами-шкідниками сільськогосподарських культур (тіофос, метафос, карбофос, хлорофос, карбамати);
- гербіциди, призначені для боротьби з бур'янами (аміни, карбамати, триазини);
- фунгіциди, або хімікати для боротьби з грибовими хворобами рослин (бензімідазол, морфоліни, дитіокарбамати, тетраметилтиурамдисульфід);
- регулятори росту рослин;



- дефоліанти, що викликають передчасне старіння листя рослин. Вони широко застосовуються при механізованому збиранні бавовни для прискорення опадання листя у бавовника.

Одним з перших пестицидів був сумно відомий ДДТ – дифенілдіхлортрихлоретан. Вперше він був синтезований німецьким хіміком П. Мюллером. Цей препарат володів високоефективними інсектицидними властивостями і тому довгий час успішно застосовувався проти малярійних комарів, кліщів, вошей. У 1944-1946 рр. з допомогою ДДТ успішно пригнічували вогнища висипного тифу в Неаполі й малярії в деяких провінціях Італії. У СРСР з допомогою ДДТ був знищений кліщ, що переносив тайговий енцефаліт. Все це свого часу послужило причиною присудження П. Мюллеру Нобелівської премії. Проте пізніше виявилось, що ДДТ володіючи високою стійкістю в природному середовищі, здатний накопичуватися в харчових ланцюгах і завдавати істотної шкоди тваринному світу. Потрапляючи в організм людини, ДДТ акумулюється в мозку і діє як нервова отрута. Застосування ДДТ в сьогодні заборонене, але припускають, що в біохімічному колообігу кількість ДДТ зараз складає близько 1 млн.т.

Необхідність застосування пестицидів в сільському господарстві зумовлена тим, що без них врожайність сільськогосподарських культур різко падає і складає лише 20-40% від можливої при їх застосуванні. Важко собі уявити знищення колорадського жука на картопляних плантаціях без застосування пестицидів.

Основна небезпека пестицидів як забруднювачів ґрунту обумовлена їх високою стабільністю в навколишньому середовищі, що сприяє їх накопиченню в харчових ланцюгах. Для усунення цього недоліку останніми роками розробляються нові, екологічно безпечні пестициди.

Наприклад, гербіцид гліфосат в ґрунті повністю розкладається з утворенням фосфорної кислоти, вуглекислого газу і води. Деякі пестициди випускаються у вигляді індивідуальних оптичних ізомерів, що дозволяє підвищити їх ефективність в два рази.

Розробка одного високоефективного і екологічно безпечного пестициду обходиться в 150 млн. доларів. Оскільки для цього синтезують сотні тисяч препаратів, а серед них вибирають лише один найбільш прийнятний. В той же час такі витрати на розробку нових пестицидів окупається високими урожаями сільськогосподарських культур, зменшенням забруднення ґрунту, збереженням здоров'я населення країни і збільшенням середньої тривалості життя людей.

Основними споживачами екологічно безпечних пестицидів є Японія, США, Франція, Німеччина.

У США посівні площі в 1,5 рази менше, ніж в країнах колишнього СРСР, а застосування пестицидів складає 23% від світового споживання. При цьому більше 80% продуктів харчування не містить пестицидів, тоді як 98% посівів рису, 97% посівів кукурудзи і 93% посівів зернових обробляються гербіцидами, які не накопичуються в

ґрунті, а після ефективного використання по функціональному призначенню розкладаються на нешкідливі речовини (відшкодувальне природокористування).

*Забруднення літосфери при похованні радіоактивних відходів.* В процесі ядерної реакції на атомних електростанціях лише 0,5-1,5% ядерного палива перетворюється на теплову енергію, а решта вивантажується з атомних реакторів у вигляді відходів. Ці відходи є радіоактивними продуктами розщеплювання урану – плутоній, цезій, стронцій та інші. Якщо враховувати, що завантаження ядерного палива в реакторі складає 180 т, то утилізація і поховання відпрацьованого ядерного палива є проблемою, що складно вирішується.

Щорічно в світі при виробництві електроенергії на атомних електростанціях утворюється близько 200 000 м<sup>3</sup> радіоактивних відходів. Радіоактивні відходи бувають рідкими і твердими. Залежно від агрегатного стану змінюються умови їх поховання.

Високоактивні рідкі радіоактивні відходи, здатні до вибуху, у вигляді азотнокислих водних розчинів зберігають в апаратах об'ємом до декількох кубометрів з подвійними стінками з неіржавіючої сталі і з мішалкою. Такі апарати встановлюють в бетонних камерах. Для того, щоб не відбулося вибуху водню, що виділяється при зберіганні, апарат безперервно продувають повітрям, яке, у свою чергу, очищають від радіоактивних аерозолів в спеціальних фільтрах. Вміст апаратів постійно перемішують для запобігання утворенню вибухонебезпечних осадів. Крім того, осадження радіоактивних солей може різко підвищити температуру в апараті й викликати тепловий вибух з викидом радіоактивного розчину. Щоб уникнути цих явищ апарати забезпечені холодильниками. Термін експлуатації таких апаратів складає 20-30 років. Потім рідкі відходи переливають в нові апарати. Такий процес може продовжуватися декілька сотень років.

В даний час єдиним способом усунення небезпеки радіоактивного випромінювання твердих ядерних відходів є їх захоронення. Радіоактивні відходи, не здатні до вибуху, зберігаються в спеціальних могильниках у шахтах, їх захоронюють у спеціальних контейнерах в підземних штольнях, тунелях. Але будь-яке захоронення радіоактивних відходів – це лише тимчасове їх видалення, а що з ними відбудеться через 50, 100 років?

**Запитання і завдання для самостійної роботи та самоконтролю:**

1. Перелічіть землі України, що утворюють єдиний земельний фонд.
2. Як називаються ділянки земель, на яких повністю закінчені роботи, що викликали порушення ґрунтового покриву, але не проведено їх відновлення?
3. Опишіть відомі в даний час наступні способи знешкодження, утилізації і ліквідації твердих побутових відходів.
4. Які технології спалювання відходів існують і розробляються?
5. Які деградаційні процеси ґрунтового покриву вам відомі?

## Тема 14. ОХОРОНА АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

- 14.1. Роль основних газів в атмосфері
- 14.2. Джерела забруднення атмосфери
- 14.3. Прояви та наслідки антропогенного забруднення атмосфери
- 14.4. Охорона повітряного середовища від забруднення
- 14.5. Антропогенні зміни клімату Землі

### 14.1. Роль основних газів в атмосфері

Маса атмосфери нашої планети дуже мала – всього лише одна мільйонна маси Землі. Проте її роль у природних процесах біосфери величезна. Наявність навколо земної кулі атмосфери визначає загальний тепловий режим поверхні нашої планети, захищає її від шкідливих космічного та ультрафіолетового випромінювань. Циркуляція атмосфери впливає на місцеві кліматичні умови, а через них – на режим річок, ґрунтово-рослинний покрив і на процеси рельєфоутворення.

Сучасний газовий склад атмосфери – результат тривалого історичного розвитку Землі. Він являє собою газову суміш двох основних компонентів – азоту (78,09%) та кисню (20,95%). У нормі в ньому знаходяться також аргон (0,93%), вуглекислий газ (0,04%) і незначна кількість інертних газів (неон, гелій, криптон, ксенон), аміаку, метану, озону, двооксидів сірки та інших газів. Поряд із газами в атмосфері знаходяться тверді частки, які надходять з поверхні Землі (наприклад, продукти згорання, вулканічної діяльності, частки ґрунту) та з космосу (космічний пил), а також різні продукти рослинного, тваринного чи мікробного походження. Крім цього, важливу роль в атмосфері відіграє водяна пара.

Найбільшого значення мають три гази, які беруть участь в основних біогеохімічних циклах: кисень, вуглекислий газ і азот. Кисень відіграє дуже велику роль у житті більшості живих організмів нашої планети, забезпечуючи процес кисневого дихання. Кисень не завжди входив до складу земної атмосфери. Він з'явився в результаті життєдіяльності організмів, здатних до фотосинтезу. Хоча щодо зростання рівня кисню в атмосфері є різні гіпотези, наприклад, що поява кисню на ранній Землі пов'язана з утворенням перших континентів. Зокрема на думку Д. Брессана перший сплеск концентрації кисню в атмосфері стався близько 2,5 мільярдів років тому, що збігається з утворенням першого суперконтиненту під назвою Ур (Bressan, 2023).

Під дією ультрафіолетової радіації кисень перетворювався на озон, максимальна концентрація якого спостерігається у стратосфері. Озоновий шар, як екран, надійно захищає поверхню Землі від ультрафіолетової радіації, згубної для живих організмів.

Сучасна атмосфера містить приблизно двадцяту частину кисню, що є на нашій планеті. Головні запаси кисню зосереджені в карбонатах, органічних речовинах і окислах

заліза, частина кисню розчинена у воді. В атмосфері склалася приблизна рівновага між виробництвом кисню у процесі фотосинтезу та його споживанням живими організмами. Колообіг кисню в біосфері надзвичайно складний, оскільки з ним вступає в реакцію велика кількість органічних і неорганічних речовин, а також водень, у сполученні з яким кисень утворює воду.

Вуглекислий газ (діоксид вуглецю) використовується в процесі фотосинтезу для створення органічних речовин. Завдяки цьому процесу замикається колообіг вуглецю в біосфері. Як і кисень, вуглець входить до складу ґрунтів, рослин, тварин, бере участь у різноманітних механізмах колообігу речовин у природі. Вміст вуглекислого газу в повітрі, яке ми вдихаємо, приблизно однаковий у різних районах планети. Виняток становлять великі міста, де вміст цього газу в повітрі буває більшим від норми.

Деякі коливання вмісту вуглекислого газу в повітрі тієї чи іншої місцевості залежать від часу доби, пори року, біомаси рослинності. У той же час, дослідження показують, що з початку минулого століття середній вміст вуглекислого газу в атмосфері, хоча й повільно, але постійно збільшується. Цей процес пов'язаний з діяльністю людини.

Азот – незамінний біогенний елемент, оскільки він входить до складу білків і нуклеїнових кислот. Атмосфера – невичерпний резервуар азоту, але головна частина живих організмів не може безпосередньо використовувати цей азот: він повинен бути попередньо зв'язаний у вигляді хімічних сполук.

Частково азот потрапляє з атмосфери в екосистеми у вигляді оксиду азоту, який утворюється під дією електричних розрядів під час грози. Проте головна частина азоту потрапляє у воду та ґрунт у результаті його біологічної фіксації. Існує кілька видів бактерій і синьо-зелених водоростей, які здатні фіксувати азот атмосфери. У результаті їх діяльності, а також внаслідок розкладання органічних залишків у ґрунті азот перетворюється в доступну для засвоєння рослинами форму.

Колообіг азоту тісно пов'язаний з колообігом вуглецю. Не зважаючи на те, що колообіг азоту складніший, ніж колообіг вуглецю, він, як правило, відбувається швидше.

Інші складові частини повітря не беруть вираженої участі в біогеохімічних циклах, але присутність в атмосфері великої кількості забруднювачів антропогенного походження може привести до серйозних порушень цих циклів та газового складу атмосфери.

## **14.2. Джерела забруднення атмосфери**

Різні негативні зміни атмосфери Землі пов'язані головним чином із змінами концентрації другорядних компонентів атмосферного повітря. У випадку, якщо ці компоненти шкідливо впливають на довкілля людини, мова йде про забруднення атмосфери. Існує два головних різновиди забруднення атмосфери: природне і антропогенне. Природне забруднення зумовлюється викидами від вулканічних

вивержень, пилових бурь, лісових пожежі, процесами розкладання відмерлих рослин і тварин.

**Стаціонарні джерела забруднення.** До основних антропогенних джерел забруднення відносять підприємства паливно-енергетичного комплексу, метарургійні, хімічні, різні машинобудівельні підприємства. Розглянемо найважливіші з них.

*Теплові електростанції* забруднюють атмосферу викидами, що містять сірчистий ангідрид, двоокис сірки, окисли азоту, сажу, яка є носієм смолистих речовин, пилом і золою, що містять солі важких металів.

*Металургія.* Комбінати чорної металургії, що включають доменне, сталеплавильне, прокатне виробництва; гірничорудні цехи, агломераційні фабрики, коксохімічні заводи та заводи з переробки відходів основних виробництв, теплоенергетичні установки. Викиди в атмосферу містять оксид вуглецю, сірчистий ангідрид, пил, окисли азоту, сірководень, аміак, сірковуглець, аерозолі хрому і марганцю, бензол, фенол, піридин, нафталан.

Кольорова металургія забруднює атмосферу сполуками фтору, кольорових і важких металів (часто у вигляді аерозолів), парами ртуті, сірчистим ангідридом, окислами азоту, окислом вуглецю, поліметалічним пилом, смолистими речовинами, вуглеводнями, що містять бенз(а)пірен.

*Машинобудування і металообробка.* Викиди в атмосферу підприємств цього профілю містять аерозолі сполук кольорових і важких металів, зокрема парів ртуті та органічних розчинників.

*Хімічна і нафтохімічна промисловість* є джерелом таких забруднювачів атмосфери, як сірководень, сірчистий ангідрид, окис вуглецю, аміак, вуглеводні, у тому числі бенз(а)пірен. Підприємства неорганічної хімії викидають в атмосферу оксиди сірки й азоту, сірководень, аміак, сполуки фосфору, вільний хлор, оксид вуглецю. Підприємства органічної хімії викидають велику кількість органічних речовин, що мають складний хімічний склад, пари соляної кислоти, сполуки важких металів, сажі й пилу.

*Будівельна промисловість.* Підприємства з виробництва будівельних матеріалів забруднюють атмосферу пилом, що містить сполуки важких металів, фтору, двоокису кремнію, азбесту, гіпсу, тонкодисперсним скляним пилом.

**Пересувні джерела забруднення.** Важливим фактором, який визначає географію забруднення атмосфери, є автотранспорт. Причому географічні закономірності поширення забруднювачів, які надходять в атмосферу, дуже складні й визначаються не тільки конфігурацією мережі автомагістралей та інтенсивністю переміщення ними автотранспорту, але й великою кількістю перехресть, де транспорт працює на перемінних режимах. Кількість моторизованого транспорту в усьому світі складає 700 млн. Наприклад, у США знаходиться в користуванні 265 млн. автомобілів, у Китаї і Японії по 163 млн. автомобілів. Найбільш «автомобілізованими» країнами є США – 823,3 автомобілі на 1000 населення, Нова Зеландія – 803,79 та Ісландія 787,14 автомобілі на

100 осіб (рис. 14.1). В Україні експлуатується 9,5 млн автомобілів (215,6 авто на 1000 населення).

Забруднення навколишнього середовища автотранспортом – одне з найбільш небезпечних для здоров'я людини, бо вихлопні гази надходять у приземний шар повітря, звідки утруднене їх розсіювання; до того ж будинки житлових кварталів, які знаходяться поряд з автомагістралями, є свого роду екраном для вловлювання забруднювачів.

У складі відпрацьованих газів автомобілів найбільшу питому вагу за об'ємом мають - монооксид вуглецю (0,5-10%), оксиди азоту (до 0,8%), неспалені вуглеводні (0,2-3,0%), альдегіди (до 0,2%) та сажа. В абсолютних величинах на 1000 л палива карбюраторний двигун викидає з вихлопними та картерними газами: 200 кг монооксиду вуглецю, 25 кг вуглеводнів, 20 кг оксидів азоту, 1 кг сажі, 1 кг сірчистих сполук.

Екологічний ефект впливу на здоров'я людини забруднення, пов'язаного з автотранспортом, залежить не тільки від складу забруднювачів, а й від експонованості населення. Остання визначається шириною завантажених автомагістралей та близькістю до них житлових будинків. Обстеження 5226 дітей у віці 1-5 років, проведене в Ньюарці (США), показало, що в 10,8% дітей, які живуть уздовж доріг з інтенсивним автомобільним рухом, вміст свинцю в крові досягав 60 мкг% і більше (при нормі 40 мкг%). На відстані 30 м від цих доріг, підвищений порівняно з нормою вміст свинцю відмічався у 8,1% дітей, а на відстані 60 м – тільки в 4,7%. У країнах, що розвиваються, від 15 до 18 млн. дітей страждають через високий вміст свинцю у крові. Джерелом свинцю був етильований бензин.

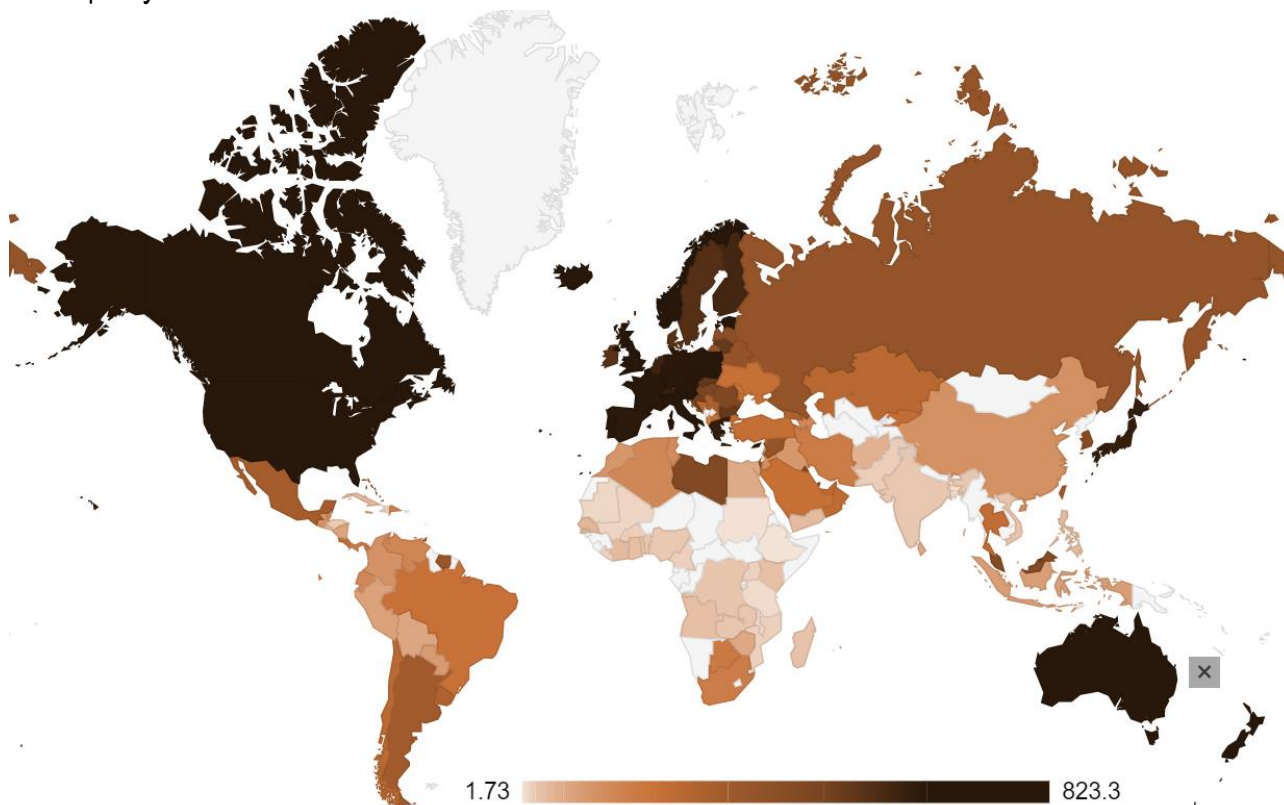


Рис. 14.1. Рівень автомобілізації країн світу (кількість автомобілів на 1000 населення)

Паливна присадка тетраетилсвинець, розроблена американським концерном GM у 1923 році, спочатку стала технологічним проривом, дозволивши підвищити октанове число бензину та зменшити руйнівний вплив детонації палива на двигун. Однак вихлоп двигунів, що працюють на етильованому бензині, дуже токсичний, як і пари самого палива. Усюди за поширенням етильованого бензину слідували епідемії серцево-судинних захворювань, раку та затримки розвитку у дітей. В Індії, наприклад, установили, що між розумовими здібностями дітей і кількістю свинцю, який вони поглинають з повітрям, існує зв'язок. Розумові здібності знижуються, оскільки свинець при тривалому впливі отрує і руйнує мозок.

Зважаючи на токсичність, ООН була запроваджена заборона на використання етильованого бензину. Останнім від нього відмовився Алжир у 2020 р. Тепер ніде в світі неможна легально придбати етильований бензин. Як зазначають в ООН, заборона використання етильованого палива щорічно рятує 1,2 мільйона життів, економлячи при цьому світовій економіці 2,4 трильйона доларів США на медичних та супутніх витратах.

Але крім свинцю, в атмосферне повітря з вихлопними газами надходять інші отруйні речовини, такі як чадний газ (монооксид вуглецю), оксиди азоту й сірки, бенз(а)пірен, озон. Вони викликають захворювання верхніх дихальних шляхів, серцево-судинної системи, різні онкопатології. Всередині машини рівень забрудненості в три рази вищий, ніж ззовні. Тривале вдихання парів бензину викликає рак легень.

### **14.3. Прояви та наслідки антропогенного забруднення атмосфери**

*Смоги.* Окремо взяті речовини, що забруднюють повітря, менш небезпечні, ніж їхні суміші. Хімічні реакції, що відбуваються безпосередньо в повітрі приводять до виникнення димних туманів – смогів (від англ. smoke – дим і fog – туман). Смоги виникають за певних умов: по-перше при великій кількості пилу й газів, що викидаються в повітря міста; по-друге, при тривалому існуванні антициклональних умов погоди, за яких забруднювачі накопичуються в приземному шарі атмосфери.

Є кілька різновидів смогів. Найбільш відомим є вологий смог, характерний для країн з морським кліматом, де часто бувають тумани і висока відносна вологість повітря. Це сприяє змішуванню забруднюючих речовин, їх взаємодії в хімічних реакціях. При антициклональних та безвітряних погодних умовах над містами й промисловими центрами отруйні гази і пил можуть накопичитись у 100-200-метровому шарі повітря. Тоді й виникає отруйний густий брудно-жовтий туман – вологий смог.

Від вологого смогу відрізняються за походженням і властивостями фотохімічний смог, або, як його називають, смог лос-анджелеського типу. Повітря в Лос-Анджелесі (США) сухе, і тому смог тут утворює не туман, а синювату імлу. Для його виникнення необхідна інтенсивна сонячна радіація, яка викликає складне фотохімічне перетворення

суміші оксидів вуглецю і азоту, що надійшли в повітря від автомобільних та інших викидів, у речовини, більш токсичні за вихідні атмосферні забруднення (рис. 14.2).

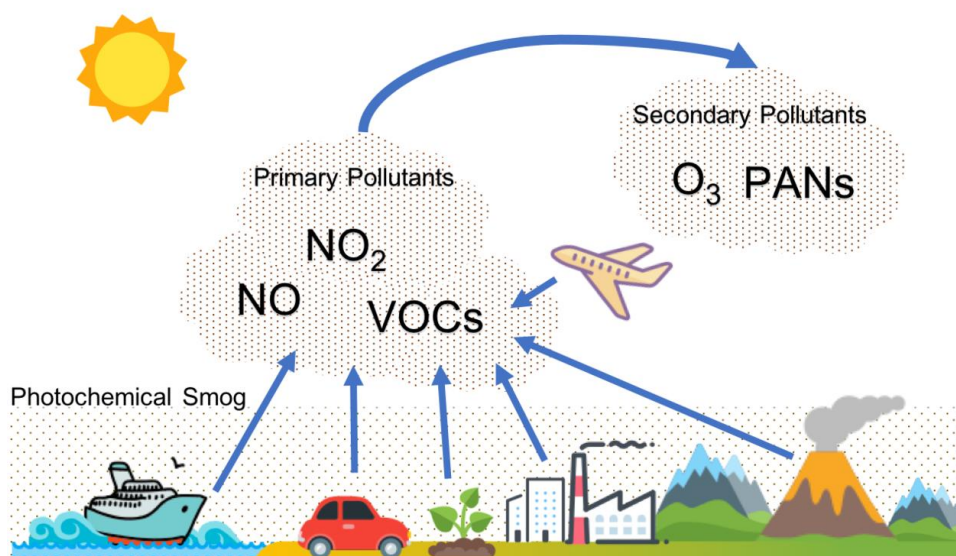


Рис. 14.2. Схема утворення фотохімічного смогу (Li-Wei Chao, 2018)

Однією з таких речовин є озон. Він виділяється в результаті розпаду двоокису азоту під дією олефінів з неповністю спаленого автомобільного палива. У високих концентраціях озон небезпечний для здоров'я людини (Бойчук та ін., 2002).

Фотохімічний туман різко знижує видимість, супроводжується неприємним запахом, викликає запалення очей, слизових оболонок носа і горла, загострюються легеневі захворювання. Фотохімічний туман пошкоджує рослини, викликає корозію металів, розтріскування синтетичних виробів та ін.

Третій вид смогу – крижаний смог, або смог аляскинського типу. Він виникає у високих широтах при низьких температурах та атмосферних інверсіях в центральних частинах антициклонів. У цьому випадку викиди навіть невеликої кількості забруднюючих речовин з топків чи котельень приводять до виникнення густого туману, що складається з найдрібніших кристаликів льоду і сірчаної кислоти.

Тривалість смогів – до кількох днів, але інтенсивність забруднення може бути настільки великою, що нерідко викликає жертви серед населення. Так, при одному з найбільш значних смогів 5-7 грудня 1952 р. в Лондоні, коли концентрація сірчистого газу досягнула 2-4 мг/м<sup>3</sup>, кількість померлих збільшилась на 4 тис. чоловік у порівнянні з середньою кількістю смертельних випадків. Сучасні дослідження продовжують знаходити зв'язок між смертністю та наявністю смогу. Дослідження, опубліковане в журналі Nature виявило, що епізоди смогу в місті Цзінань, великому місті на сході Китаю, протягом 2011–2015 років пов'язані зі збільшенням загальної смертності на 5,87% (Jun Z. та ін., 2017). Подібне дослідження в Сіані також виявило зв'язок між смогами та зростанням смертності, пов'язаної з респіраторними захворюваннями (Мокоена та ін., 2019).

*Кислотні дощі.* Оксиди азоту і сірки, потрапляючи в атмосферу в результаті роботи ТЕЦ і автомобільних двигунів, вступають у реакцію з водою, що знаходиться в



атмосфері, і утворюють крапельки азотної і сірчаної кислоти. У вигляді кислотного туману вони переносяться вітрами і випадають на землю кислотним дощем. Кислотні дощі завдають значних збитків. Наприклад, урожайність більшості сільськогосподарських культур знижується на 3-8% у результаті пошкодження листя кислотами. Кислі опади сприяють вимиванню з ґрунту кальцію, магнію, калію, що викликає його деградацію. У водоймах гинуть цінні види риб; засихають ліси (як результат, у гірських районах збільшується кількість гірських осипів і селів); різко прискорюється процес руйнування будівель, пам'ятників архітектури та ін.

Вдихання повітря, забрудненого кислотним туманом, здійснює негативний вплив на людину. Діоксид сірки і, меншою мірою, діоксид азоту через високу розчинність добре поглинаються верхніми дихальними шляхами – до 80-95%. При ротовому диханні ступінь затримки ще менший. Діоксид сірки швидко розчиняється в крові й розноситься кровоносною системою. Він викликає як гіпертрофію (потовщення і збільшення), так і гіперплазію (зміну загальної кількості клітин в епітелії) органів. Також діоксид сірки викликає бронхоспазм, активізує слизовідділення, змінює фагоцитоз. Тривалий вплив діоксиду сірки збільшує кількість захворювань на рак.

Дія діоксиду азоту дещо відрізняється від дії діоксиду сірки. Проникаючи в легені, він розчиняється в кровоносній системі, але, будучи сильним окислювачем, безпосередньо вражає легеневі тканини. У бронхах і альвеолах патологічні зміни проявляються за концентрацій, які уже реально спостерігаються в містах, а симптоми нагадують емфізему (розширення) легень. Особливо чутливі до діоксиду азоту тонкі лусочкові клітини, які здійснюють газообмін, і в'їчасті клітини верхньої частини дихального тракту, де спостерігається скорочення їх кількості й активності. Діоксид азоту викликає не тільки зміну клітин і тканин, але й знижує бактеріальний захист легень.

*Радіоактивне забруднення атмосфери* спричиняється радіоактивними домішками природного і антропогенного походження. Природне забруднення відбувається внаслідок виділення в атмосферу радіоактивних ізотопів, які утворюються в земній корі, внаслідок розпаду радіонуклідів природних радіоактивних елементів. Джерела антропогенного забруднення – ядерні вибухи, атомна енергетика і промисловість. Потрапляючи в атмосферу, радіоактивні речовини разносяться повітряними течіями на значні відстані. В атмосфері вони концентруються в основному на аерозолях й поширюються разом з ними. З атмосфери вони поступово вимиваються опадами або гравітаційно осаджуються на земну поверхню.

#### **14.4. Охорона повітряного середовища від забруднення**

Чи є шляхи охорони повітря від локального забруднення в районах скупчення міст і джерел забруднення?

Перш за все, це перехід на безвідходні й маловідходні технології. Одним з основних напрямів у розвитку таких технологій є створення виробництв із замкненим циклом, без викидів в атмосферу шкідливих речовин. Для очищення викидів використовуються фільтри-уловлювачі газоподібних речовин і пилу. Багато таких пристроїв засновані на абсорбційному чи адсорбційному принципі. Якби всі хімічні підприємства збирали викиди в атмосферне повітря, вони б одержали багато тисяч тонн таких цінних речовин, як азотна і сірчана кислоти, сірчаний ангідрид, фтор і багато інших.

До ефективних заходів оздоровлення повітряного басейну належать винесення виробництв із найбільш шкідливими викидами за межі міст, ліквідація дрібних котелень і створення централізованих котелень із високими трубами, широке використання газового, низькосірчистого і малозольного видів палива. У містобудівництві планування проводять із використанням моделювання атмосферної дифузії, забруднень повітря і повітряних течій в аеродинамічних трубах, що дозволить оптимально розмістити житлові будинки від джерел забруднення.

Для зменшення обсягу викидів вихлопних газів від автомобілів вживається багато заходів. У 1960-ті роки в США на автомобілях вперше установили пристрої, які знижують викид шкідливих речовин, що сьогодні широко використовують – газові нейтралізатори. Повільна їзда – один із способів скоротити викиди вихлопних газів. У деяких країнах, коли рівень забруднення стає дуже високим, від водіїв вимагається знизити швидкість або навіть взагалі забороняється їздити. Багато міст, у тому числі Афіни й Рим, вжили заходів, що обмежують рух за певних умов. З 30 серпня 2021 р. у Парижі запровадили обмеження максимальної швидкості для автомобілів – 30 км/год (за винятком кільцевої дороги та окремих бульварів). Це також сприятиме зменшенню рівня шуму.

У деяких великих містах, щоб скоротити вуличний рух, знижено ціни на проїзд в громадському транспорті. В інших водіям, які залишають машину на платній стоянці, дозволяється їздити громадським транспортом безплатно. Є міста, де цілі дорожні смуги відведені тільки для автобусів і таксі, щоб дати цим видам транспорту більшу свободу руху.

У багатьох країнах, наприклад у Нідерландах активно пропагується екологічний вид транспорту – велосипед. У кількох німецьких містах велосипедистам дозволяється їхати вулицею з одностороннім рухом у протилежному напрямі.

Перспективним напрямом є розробка екологічно чистих видів автомобільного транспорту. Запропоновано електромобілі, автомобілі на сонячних батареях, на водневому паливі та ін. Поки що поширення отримали лише електрокари, але дослідження тривають, і очікується подальший прогрес.

Ефективним заходом природного очищення повітря в місцях його забруднення є зелені насадження. Один гектар міських зелених насаджень поглинає за 1 годину 8 кг вуглекислого газу, тобто стільки, скільки його виділяє за той самий час 200 людей. За підрахунками, 1 га 20-річних соснових насаджень (при щорічному прирості деревини

5 м<sup>3</sup>) поглинає за рік 9,35 т вуглекислого газу і виділяє 7,25 т кисню. Ще ефективніші дубові насадження: у них за рік на 1 га поглинається 18 т вуглекислого газу і виділяється 13,98 т кисню. Листя багатьох дерев і кущів поглинає різні шкідливі гази, на них осідає 70% пилу й аерозолів.

При забрудненні повітря випарами бензину, гасу та інших легкозаймистих речовин краще висаджувати березу карельську, вербу плакучу, клен гостролистий, дуб зимовий – вони зменшують окислюваність повітря. А такі рослини, як тополя пірамідальна, слива декоративна, айва, навпаки, підвищують окислюваність повітря. Айва є досить ефективною в районах із задимленим повітрям. Там же будуть корисними насадження білої акації, тополі канадської, шовковиці білої та ін.

Основним критерієм якості повітря є гранично допустима концентрація (ГДК) домішок в атмосфері – максимальна концентрація домішок, яка при тривалому або періодичному впливі не позначається на здоров'ї людини і на навколишньому середовищі в цілому. ВООЗ визначила чотири рівні забруднення повітря: відсутність впливу; подразнення; хронічні захворювання; гострі захворювання. При встановленні ГДК приймають найнижчий рівень забруднення.

Для забруднювачів атмосфери введено також інший норматив – гранично допустимий викид в атмосферу – норматив, який встановлюється за умови, що вміст забруднюючих речовин у приземному шарі повітря від джерела або їх сукупності не перевищував нормативів якості повітря для населення, а також для рослинного і тваринного світу.

Для отримання інформації про стан повітряного басейну створена мережа пунктів і станцій контролю. Регулярно проводиться інвентаризація викидів – облік основних джерел забруднення атмосфери, кількості й складу викидів. Для спостереження за глобальним рівнем фонового забруднення атмосфери у світі створена мережа регіональних і глобальних станцій – глобальна система моніторингу.

Сьогодні контроль забруднення атмосфери проводять і за допомогою дистанційного зондування. При цьому використовують спектроскопічну й лазерну апаратуру, яку встановлюють на автомашинах, літаках та супутниках. Супутникова інформація має велике значення. За результатами аналізів знімків, отриманих із космосу визначають характер атмосферних метеорологічних процесів, вивчають склад, концентрацію і напрям поширення забруднюючих домішок в атмосфері на великих відстанях. Космічні фотографії дозволяють визначати і деякі наслідки забруднення повітря – площі забрудненого снігу, зони ураження рослинності.

Для визначення і реєстрації концентрації окремих домішок в атмосферному повітрі, використовують автоматичні газоаналізатори. Вони дозволяють отримувати безперервні часові характеристики забруднення повітря і виявляти максимальні концентрації, які не фіксуються при періодичних відборах проб повітря.

## 14.5. Антропогенні зміни клімату Землі

У формуванні загального обличчя планети провідна роль належить клімату. Поряд із природними факторами на глобальні кліматичні умови впливають і антропогенні. Вперше цей вплив став проявлятися тисячі років тому, з появою штучного зрошення. Поширення землеробства в лісовій зоні також призводило до деяких змін клімату внаслідок вирубування лісів на великих ділянках. У подальшому на кліматичних умовах позначалась побудова міст, створення водосховищ, здійснення різних меліоративних заходів, а також лісонасаджень. Але зміни клімату в основному обмежувались змінами метеорологічних умов лише в нижньому шарі повітря в тих районах, де здійснювалися вищезгадані господарські заходи.

За останні 150 років антропогенний вплив на земну атмосферу суттєво посилюється. Основною причиною є зростання самого населення Землі та розвиток екстенсивного природокористування. У результаті цього відбулося підсилення парникового ефекту та глобальне потепління клімату на Землі. До основних парникових газів належать вуглекислий газ  $\text{CO}_2$ , метан  $\text{CH}_4$  і оксид азоту  $\text{N}_2\text{O}$ . Основними джерелом викидів вуглекислого газу в атмосферу є спалювання твердого та рідкого палива. Далі йдуть – випалювання лісів, виробництво цементу, спалювання природного газу на факелах при видобуванні нафти. Сьогодні у світі функціонує понад 1300 великих ТЕС, які щоденно спалюють 4,5 млрд. т вугілля. Півсотні держав світу добувають і використовують його як джерело енергії й тепла для промислових та комунальних потреб. Очікується зростання валового видобутку вугілля, головним чином у Китаї, Індії, Бразилії, які володіють його стратегічними запасами. Лише КНР видобуває сьогодні майже 4 млрд. т вугілля на рік (табл. 14.1).

При спалюванні вугілля утворюється більше вуглекислого газу на 1 одиницю енергії, ніж при згоранні нафти і природного газу. На 1 тону спаленого вугілля припадає 2,5 тону вуглекислого газу, пилу, твердих відходів (шлак, попіл). Крім цього, в атмосферу потрапляє чимало оксидів сірки й азоту, що є причиною випадання кислотних дощів.

Крім вугілля, щороку спалюється 3,2 млрд. т нафти і нафтопродуктів. В атмосферу викидається величезна кількість оксидів вуглецю, азоту, сірки, які, окрім теплового ефекту, також викликають кислотні дощі та токсично діють на живі організми.

Найбільші джерела викидів метану – рисові поля, домашня худоба, анаеробна ферментація сміття, добування вугілля і транспортування природного газу.

Щорічно у світі знищується від 16 до 20 млн. га тропічних лісів. Сьогодні наявна фітомаса планети здатна абсорбувати лише 60% від загальної кількості відходів так званих парникових газів. Від вирубування і спалювання лісів, розчищення землі під пасовища і рілля в атмосферу надходить додатково 1-2 млрд. т вуглекислого газу; близько 5-6 млрд. т – внаслідок спалювання викопного органічного палива.

## Виробництво вугілля у світі (млн. т)

Країна	2010	2015	2020	
Китай	3428,4	3746,5	3902,0	50,4%
Індія	572,7	674,2	756,5	9,8%
Індонезія	275,2	461,6	562,5	7,3%
США	983,7	813,7	484,7	6,3%
Австралія	434,4	503,7	476,7	6,2%
Росія	322,9	372,5	399,8	5,2%
ПАР	254,5	252,2	248,3	3,2%
Казахстан	110,9	107,3	113,2	1,5%
Німеччина	182,3	184,3	107,4	1,4%
Польща	133,2	135,8	100,7	1,3%
Туреччина	73,4	58,4	70,8	0,9%
Колумбія	74,4	85,5	50,6	0,7%
В'єтнам	44,8	41,7	48,6	0,6%
Монголія	25,2	24,1	43,1	0,6%
Сербія	37,9	37,8	39,8	0,5%
Канада	68,0	62,4	39,6	0,5%
Чехія	55,4	46,5	31,7	0,4%
Україна	55,4	30,4	24,1	0,3%
Греція	56,5	46,2	14,0	0,2%
Таїланд	18,3	15,2	13,3	0,2%
Болгарія	29,4	35,9	12,3	0,2%
Пакистан	3,4	3,3	7,7	0,1%
Мексика	15,3	12,3	6,5	0,1%
Бразилія	7,7	8,0	6,2	0,1%
Угорщина	9,1	9,3	6,1	0,1%
Румунія	31,1	25,5	5,0	0,2%
Іспанія	8,4	3,1	4,2	0,1%
Узбекистан	3,6	3,5	4,1	0,1%
Зімбабве	2,7	4,3	3,3	–
Нова Зеландія	5,3	3,4	2,8	–
Великобританія	18,3	8,6	1,7	–
Південна Корея	2,1	1,8	1,0	–
Японія	0,9	1,2	0,8	–
Венесуела	2,6	0,8	0,7	–

Додатковий вуглекислий газ накопичується в атмосфері швидше, ніж поглинається шляхом біологічних процесів, підсилюючи природний парниковий ефект. Встановлено, що в 1980 р. в 1 м<sup>3</sup> повітря містилося 280 см<sup>3</sup> вуглекислого газу, у 1990 р. – 355 см<sup>3</sup>, у 2020 р. – його вміст досягнув 419 см<sup>3</sup>, а до кінця XXI сторіччя його вміст зросте до 500

см<sup>3</sup>. Сучасний рівень CO<sub>2</sub> в атмосфері є максимальним за останні 800 тис. років а, можливо, й за останні 20 млн. років (Zhang Y.G. та ін., 2013).

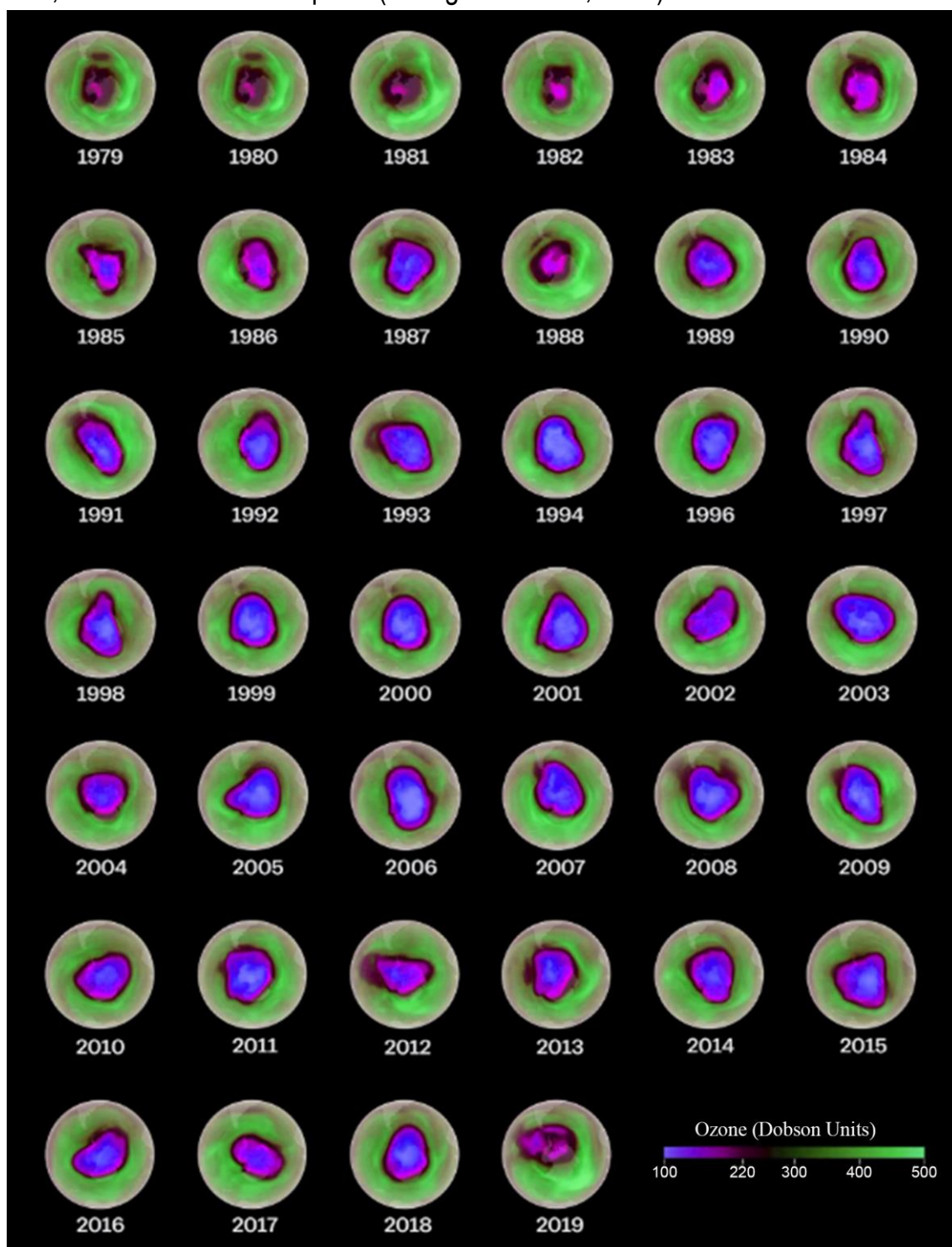


Рис. 14.3. Динаміка розмірів антарктичної озонної аномалії протягом 1979-2014 рр.  
(джерело: NASA Earth Observatory)

Наслідком парникового ефекту є глобальне потепління клімату Землі. За 1991-2020 рр. у порівнянні з попереднім кліматичним періодом 1961-1990 рр. середня температура Землі зросла на 0,58°C, що можна розцінювати як різке підвищення. Минулі два сторіччя,

імовірно, були найбільш спекотними за останні 1200 років, а останнє десятиліття стало найбільш гарячим за останні 125 тисяч років.

Незважаючи на закріплені у Паризькій кліматичній угоді обіцянки урядів скоротити викиди парникових газів, щоб до середини століття спробувати утримати глобальне підвищення середніх температур у межах  $1,5^{\circ}\text{C}$  у порівнянні з доіндустріальним рівнем, ця межа буде досягнута на 10 років раніше, вже 2040-го.

Негативний вплив парникових газів на клімат Землі очевидний, тому виникає необхідність розробки ефективних заходів боротьби з забрудненнями атмосфери. Розв'язання проблеми запобігання змінам клімату повинне включати комплекс технічних, адміністративних і економічних заходів.

Технічні заходи передбачають, у першу чергу, впровадження ефективних шляхів виробництва і використання енергії викопного палива: зниження споживання палива з високим вмістом вуглецю, вдосконалення технології спалювання викопного палива, використання відновлюваних джерел енергії, розробка технологій поглинання вуглекислого газу з атмосфери. Серед технічних заходів також лісонасадження і збільшення продуктивності лісів, але експерти ООН встановили, що сьогодні на місці 10 зрубаних дерев висаджується тільки одне нове.

Економічні заходи передбачають застосування податків та інших економічних стимулів для скорочення викидів парникових газів, а також видачу державними органами ліцензій на виробництво енергії на конкурсній основі, виходячи з екологічності запропонованих проектів. Серед інших економічних заходів – податкові пільги, пільгові кредити й прямі державні субсидії, які заохочують використання високоекологічних технологій.

До адміністративних заходів належить встановлення гранично допустимих концентрацій та ведення заборон на використання тих чи інших шкідливих речовин, як це мало місце із заборною використанням тетраетилсвинцю для етилювання бензину. Іншим прикладом є заборона використання хлорфторвуглеців (ХФВ) або фреонів, які викликають руйнування озону<sup>1</sup> й призвели до появи озонової діри (рис. 14.3).

До 1996 року розвинені країни повністю припинили виробництво фреонів, а також галонів і тетрахлориду вуглецю, що руйнують озон. Згодом до цієї ініціативи долучилися й інші країни. Протягом 1980-2014 рр. використання фреонів зменшилося з 800 тисяч тонн до 156 тонн. Завдяки узгодженим зусиллям міжнародного співтовариства, збільшення вмісту в атмосфері речовин, що руйнують озон, було зупинене. Після 2014 р. розміри озонової аномалії почали зменшуватися – за прогнозами, до 2050-го «озонова діра» зменшиться до розмірів 1980 року (Will..., 2023).

---

<sup>1</sup> Гіпотезу про те, що руйнування озону викликають синтезовані людиною фреони, висловили у 1974 р. вчені-хіміки Пауль Крутцен (Німеччина), Шервуд Роуланд і Маріо Моліна (США), за що у 1996 році їм була присуджена Нобелівська премія з хімії.

**Запитання і завдання для самостійної роботи та самоконтролю:**

1. Перелічіть основні екологічні функції атмосфери.
2. Назвіть основні джерела штучного аерозольного забруднення атмосфери.
3. Схарактеризуйте різні види смогів.
4. Як ви розумієте парниковий ефект?
5. Як поділяють промислові викиди в атмосферу за організацією відведення й контролю?
6. Опишіть наслідки випадання кислотних дощів.
7. Які є технічні заходи охорони атмосфери від забруднення?

**Тема 15. ОСНОВИ РАЦІОНАЛЬНОГО ВОДОКОРИСТУВАННЯ**

15.1. Структура та екологічні функції гідросфери

15.2. Особливості водокористування

15.3. Світові проблеми прісної води

**15.1. Структура та екологічні функції гідросфери**

*Гідросфера* – водна оболонка земної кори, представлена сукупністю океанів, морів і водних об'єктів суші (річок, озер, боліт, підземних вод), включаючи воду в кріофазі (багаторічні сніги та льодовики) (табл. 15.1).

Таблиця 15.1

**Структура гідросфери**

Водні ресурси	Об'єм води, тис. км <sup>3</sup>	у % до загального об'єму
Загальні запаси води на континентах:	8300	0,635
- прісні озера	123	0,009
- солоні озера і внутрішні моря	100	0,008
- річки	1,23	0,001
- вода в ґрунті й підґрунті	65	0,005
- підземні води до глибини 800 м	4000	0,31
- підземні води більших глибин	4000	0,31
- льодовики і льодові покриви	28500	2,15
- вода в атмосфері	12,7	0,001
- океани	1300000	97,2
- вся гідросфера	1345101,93	100

Вода на Землі знаходиться в безперервному русі, тому гідросфера тісно пов'язана з іншими геосферами Землі – атмосферою і літосферою. Колообіг води об'єднує всі частини гідросфери, утворюючи в цілому замкнену систему: океан – атмосфера – суходіл – океан. Він забезпечує активність водообміну, яка змінюється через неоднорідність різних частин гідросфери. Водні ресурси мають здатність до відновлення – у природі працює гігантський «механізм», який повертає прісну воду, що стікає з материків в океани і моря, на сушу.

Вода – найбільш поширена неорганічна сполука на нашій планеті. Вода – основа всіх життєвих процесів. Живі організми у своїй біомасі містять до 80-90% води і втрата



ними 10-20% води приводить до їх загибелі. Організм людини приблизно на 70% складається з води. Для нормального здійснення своїх функцій, організму необхідно близько 2 л води на добу. Вода була оптимальним середовищем для виникнення і розвитку перших найпростіших живих організмів. Британський вчений Дж. Бернал зробив припущення, що життя зародилося в зоні морського прибою – на межі трьох сфер: літосфери, гідросфери і атмосфери (Bernal, 1967).

За підрахунками Л.О. Зенкевича, у морських водоймах зустрічаються представники 90%, у прісних водоймах – 42%, а на суходолі – лише 24% усіх класів тварин, що живуть сьогодні на планеті (Зенкевич, 1977).

Виникнення первинної гідросфери на Землі датується не пізніше як 4 млрд. років тому. Сучасний вміст розчинених речовин і газів у воді – результат тривалої еволюції гідросфери.

Головною складовою гідросфери є *Світовий океан* – сукупність океанів і морів. Океанічна вода складає 98% усієї маси гідросфери і займає більше 70% усієї земної поверхні. Роль океану в житті біосфери величезна: у ньому відбувається основна кількість хімічних реакцій, які зумовлюють виробництво біомаси і хімічне очищення біосфери. Важливою є роль Світового океану у регулюванні газового складу атмосфери. Так, зі збільшенням концентрації вуглекислого газу в атмосфері, його вміст у воді океану, збільшується що сприяє розчиненню карбонату кальцію і збільшенню вмісту гідрокарбонатних іонів. При зменшенні вмісту вуглекислого газу зменшується концентрація водневих іонів. Це сприяє більш інтенсивному утворенню карбонату кальцію, який осаджується. Перехід гідрокарбонату кальцію у важкорозчинний карбонат кальцію супроводжується виділенням в атмосферу приблизно 100 млн. т вуглекислого газу. Таким чином забезпечується постійність вмісту іонів вуглецю в океанічній воді й відбувається поглинання певного надлишку вуглекислого газу, обумовленого антропогенними викидами в атмосферу.

З поверхні Світового океану щорічно випаровується близько 86% усієї вологи, яка надходить в атмосферу. Клімат на Землі залежить від водних просторів і вмісту водяної пари в атмосфері. Завдяки течіям в океанах здійснюється значне перенесення тепла й холоду, сформованих відповідно у екваторіальних та полярних широтах. Це обумовлює послаблення широтних контрастів температури. А швидкі перепади температури, які з різних причин виникають в атмосфері, Світовий океан згладжує, здійснюючи в цілому стабілізуючу дію на глобальний клімат.

Середня концентрація розчинених у морській воді солей складає близько 35‰, причому за хімічним складом на 99,9% це десять іонів: натрій (близько 11 г на 1 дм<sup>3</sup>), калій, хлор (близько 20 г на 1 дм<sup>3</sup>), бром, фтор, магній та ін. Співвідношення головних іонів упродовж мільйонів років залишається постійним, незважаючи на безперервний обмін речовин між океаном і сушею.

*Прісною* називають воду з вмістом мінеральних солей до 1‰ (1 г/дм<sup>3</sup>). Запаси прісної води в гідросфері оцінюються в  $3 \times 10^{16}$  т, із них 86% міститься в сніжно-льодових утвореннях, 13% – у підземних водах і тільки 1% в озерах, болотах та річках. Відомі водойми, які за вмістом солей можуть майже дорівнювати дистильованій воді. Такими є, зокрема, сфагнові болота, вода яких має солоність не більше 0,01-0,02‰.

Поряд із цим зустрічаються внутрішні водойми, солоність яких значно перевищує солоність морської води. Прикладом таких водойм є озера Ельтон і Баскунчак. Солоність цих озер дорівнює 210-250‰. Солоність Мертвого моря – 260‰, а в озері Гагетель, що в Ефіопії, солоність досягає 433‰. Це максимальна відома цифра солоності внутрішніх водойм земної кулі. Ці дві крайні величини – 0,01‰ та 433‰ і визначають собою загальний діапазон солоності природних водойм, у межах якої можливе життя. Ступінь солоності визначає видовий склад живого населення водойм.

Більшість запасів прісної води зосереджено у *кризі*. У Північній півкулі в акваторії Північного льодовитого океану морська крига зберігається влітку на площі 8 млн. км<sup>2</sup>, взимку лід займає територію майже у 18 млн. км<sup>2</sup>, що удвічі перевищує площу Австралії. У Південній півкулі навколо Антарктиди морська крига взимку покриває 20 млн. км<sup>2</sup>. В льодовиковому покриві Антарктиди зосереджено приблизно  $2,4 \cdot 10^{19}$  кг води. Акумуляовані в льодовиках води є значним потенційним ресурсом прісної води. Гірські льодовики – джерело живлення багатьох річок.

*Озера* – це маленькі моделі океану з точки зору руху вод, а за концентрацією та набором розчинених речовин озера ближчі до підземних вод. Дуже солоні озера найчастіше безстічні: вода річок і льодовиків приносить розчинені речовини, які при випаровуванні накопичуються в озері. У деяких озерах вода буває в десятки разів солоніша, ніж вода океанів.

*Підземні води* містять величезну кількість розчинених органічних речовин. Зазвичай у межах перших десятків метрів від поверхні мінералізація підземних вод складає близько 1‰ з переважанням гідрокарбонатного аніона, глибше – до перших сотень метрів мінералізація зростає до 3,5‰, тут багато сульфатних аніонів, ще глибше мінералізація перевищує 3,5‰, збільшується концентрація іонів хлору, а склад підземної води наближається до складу морських вод.

Верхні горизонти підземних вод до глибини 300-500 м належать до *зони активного водообміну* (рис. 15.1). Нижче швидкість руху води сповільнюється і повний обмін із поверхневими водами може досягати століть. Нижче, на глибині 1,5-2 км, водообмін ще повільніший через зменшення пористості порід. Середні темпи повного водообміну складають тут десятки-сотні тисяч років, а ще глибше водообмін може відбуватися за мільйони років.

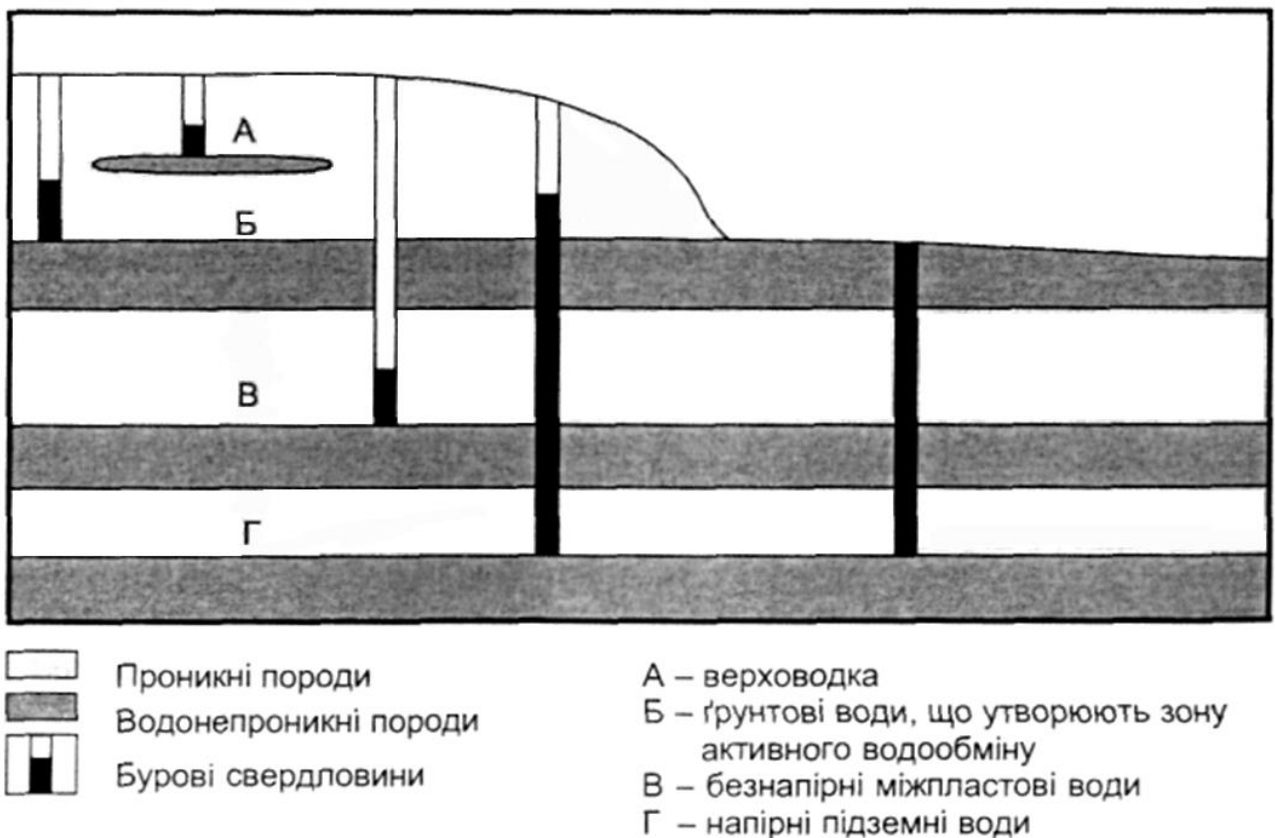


Рис. 15.1. Схема підземного водообміну (Бойчук та ін., 2002)

Підземні води у зоні інтенсивного водообміну містять кисень і азот, глибше з'являються сірководень і метан, ще глибше – вуглекислий газ і водень. У підземних водах на глибині від 1 до 4 км міститься до  $1000 \text{ см}^3/\text{дм}^3$  розчинених газів, а в океані тільки до  $20 \text{ см}^3/\text{дм}^3$ . Загальна ж маса газів, розчинених у глибинних водних масах, наближається до маси атмосфери Землі.

*Болота* – своєрідна проміжна ланка між озерами й підземними водами. Болота – головні пастки органічного вуглецю, де відбувається його накопичення і поховання. Значною є роль боліт в регулюванні гідрологічного режиму території.

*Річки*, на відміну від озер і боліт, мають велику інтенсивність водообміну, що регулярно оновлює гідросферу (повна зміна води відбувається за 30 тис. років). За час існування нашої планети вода Світового океану і підземної гідросфери пройшла через річки більше 100 тис. разів. Маючи відносно невеликий миттєвий запас води, річки протягом року доставляють до своїх гирл  $4,5 \cdot 10^{13}$  т води.

Особливістю природних вод гідросфери є здатність до самоочищення, де важливу роль відіграють водні організми. У міру розведення стоків природними водами, відбувається поступове відновлення картини, яка властива чистим водам. Біологічними чинниками самоочищення водойм є організми, що потребують органічного живлення, відомі під назвою фільтраторів і седиментаторів. *Фільтраторами* називають таких тварин, які за допомогою тих чи інших пристосувань шляхом активних рухів відфільтровують із води різні речовини. Активними фільтраторами є ракоподібні

(ластоногі, веслоногі й вусоногі), личинки комарів, деякі види риб. *Седиментаторами* (осаджувальниками) називають тварин, що утворюють водоверт – водяну лійку, на дні якої осаджують речовини, якими вони живляться. Такими є інфузорії, губки, коловертки, моховатки, деякі молюски тощо. Фільтратори і седиментатори поглинають мікробів і завислі у воді органічні частки.

Крім того, доведена величезна роль рослин у самоочищенні водойм. Завдяки фотосинтезу зелені рослини виділяють багато кисню, що йде на окислення розчинених у воді органічних речовин. Цей процес називається біологічним споживанням кисню. Синьо-зелені водорості можуть вбирати осмотичним шляхом органічні речовини.

## 15.2. Особливості водокористування

Розвиток цивілізації невідривний від історію розвитку споживання води сільським господарством, промисловістю, енергетикою. Людство щорічно витрачає 3000 км<sup>3</sup> води і потреба у воді зростає щороку на 3,1%. Глобальною екологічною проблемою сучасності стає забруднення і виснаження водних ресурсів. Вода, після її використання, скидається у водойми і річки, і майже третина її – без належного очищення. Велика частина води в результаті водоспоживання безповоротно втрачається. Такі втрати води можна умовно розділити на дві категорії (Бойчук та ін., 2002):

а) необхідні – коли вода включається до складу готового продукту та під час приготування різних робочих розчинів тривалої дії. Так, на виробництво цукру з 1 т цукрового буряку витрачається 0,5-6 м<sup>3</sup> води, на виробництво 1 т паперу – 1,5-70 м<sup>3</sup>, 100 л пива – 5-21 м<sup>3</sup>, 1 т сталі – 25 м<sup>3</sup>, на виробництво 1 т пряжі – до 200 м<sup>3</sup>, а для випуску одного автомобіля – 300 м<sup>3</sup>.

б) невиправдані, пов'язані з природним випаровуванням (із поверхні водосховищ, відстійників, ставків-охолоджувачів) та з втратою через ушкодження трубопроводів і каналів. У міських мережах водопостачання втрачається 30-50% води. Близько 80% усієї води, яка витрачається в промисловості, припадає на системи охолодження хімічних заводів і електростанцій.

Щорічно безповоротне водопостачання становить близько 150 км<sup>3</sup>, тобто 1% стійкого стоку прісних вод.

Однією з найбільш серйозних проблем є скидання забруднених відпрацьованих промислових і комунальних стічних вод. Зараз вони забруднюють більше 1/3 річкового стоку, щорічно в річки скидається до 450 млрд. м<sup>3</sup> стічних вод. За останні 70 років забрудненість річок зросла майже в 10 разів. Багато річок забруднені по всій своїй протяжності. Промислові стічні води містять різноманітні органічні речовини і сполуки важких металів.

Міжнародний комітет з використання водних ресурсів зробив висновок, що з більше ніж 500 найбільших річок світу, тільки дві є більш-менш «здоровими» – це Амазонка в

Південній Америці й Конго в Африці. Це пов'язано з тим, що на берегах обох річок розташовано мало промислових підприємств.

Величезний об'єм забруднень заноситься у водні джерела з поверхневим і зливовим стоком з територій смітників, сільськогосподарських об'єктів і угідь, що значно впливає на сезонне, у період весняної повені, погіршення якості питної води.

Розкладання великої кількості органічних речовин у водоймах, що надійшли зі стічними водами (джерело – комунальне господарство, тваринницькі комплекси), викликає дефіцит кисню і накопичення сірководню, посилене розмноження ціанобактерій і синьо-зелених водоростей («цвітіння» води), що у свою чергу викликає масові замори водних організмів, особливо промислових видів риби. Присутність великої кількості органічних речовин створює в ґрунтах відновне середовище, в якому виникає особливий тип мулових вод, що містять сірководень, аміак, іони металів. Така вода стає непридатною для господарського використання. Забруднення води органічними речовинами носить назву *евтрофікації*.

Небезпечним є *теплове забруднення* води. Воно викликається скиданням у відкриті водойми підігрітих вод від АЕС, ТЕС та інших енергетичних установок. Тепла вода змінює термічний і біологічний режим водойм і негативно впливає на гідробіонтів. Побічний фактор теплового забруднення води – підсилення токсичної дії більшості шкідливих домішок.

Країни, які мають вихід до моря, часто здійснюють морське поховання матеріалів і речовин (*дампінг*). Їх об'єм становить близько 10% від усієї маси забруднюючих речовин, що надходять у Світовий океан.

*Радіоактивне забруднення* Світового океану викликають також втрачені ядерні боєприпаси та інші джерела іонізуючого випромінювання, затоплені атомні підводні човни і радіонукліди, які потрапили в океан у результаті підводних ядерних вибухів, поховання радіоактивних відходів (див тему 12).

За даними ООН щороку у Світовий океан потрапляє 50 тис. т пестицидів, 5 тис. т сполук ртуті, близько 12-15 млн. т нафти та інших забруднюючих речовин. Кількість солей заліза, марганцю, міді, цинку, свинцю, олова, миш'яку, які щорічно надходять з антропогенних джерел у води океанів і морів, перевищує об'єм цих речовин, знесених в результаті геологічних процесів.

Значну частку в забруднення води вносять *детергенти* (миючі засоби). До їх складу як активна основа входять поверхнево-активні речовини (ПАР) і різні добавки: лужні й нейтральні електроліти, перекисні сполуки, речовини, що запобігають ресорбції забруднювачів. Детергенти, потрапляючи у водні об'єкти, викликають спінювання, погіршують органолептичні властивості води, порушують процеси кисневого обміну, токсично впливають на фауну, утруднюють процеси біологічного окислення органічних речовин, перешкоджають біологічному очищенню стічних вод.

Тяжкі екологічні наслідки викликає забруднення води сировою нафтою, нафтопродуктами та неочищеними водами нафтопереробних заводів.

При розливах нафта утворює тонку поверхневу плівку (0,1 мм). Хвилі сприяють тому, що плівка розривається і утворює краплі, які розсіюються в товщі води і проникають на глибину до 5 м.

Під дією Сонця та органічних речовин відбувається фотохімічне і біологічне окислення нафтової плівки і розсіяних нафтових крапель. У результаті утворюються окислені похідні з вихідних компонентів нафти – поліароматичні вуглеводні, розчинні у воді. Вони акумулюються в організмах гідробіонтів, переходять у донні відклади. Похідні нафти мають канцерогенні властивості, і, при попаданні в організм людини, можуть викликати ракові захворювання.

Нафтове забруднення найбільш небезпечно для зоопланктону та зообентосу. Менше уражується фітопланктон (може швидко відновлюватися) та гідробіонти, які здатні до значних міграцій і є дуже мобільними.

Щорічно у води Світового океану потрапляє 12-15 млн. т нафти. Кожна тонна нафти вкриває тонкою плівкою приблизно 12 км<sup>2</sup> водної поверхні й забруднює близько мільйона тонн морської води. Забруднення води нафтою відбувається при добуванні нафти в шельфовій зоні, у результаті аварій нафтових танкерів та ін.

### **15.3. Світові проблеми прісної води**

На кожного жителя Землі припадає близько 9 тис. м<sup>3</sup> води. Найбільш багаті водними ресурсами Канада і Норвегія. На одного жителя Канади припадає близько 123 тис. м<sup>3</sup>, а Норвегії – 107,8 м<sup>3</sup> питної води, тоді як в Індії і Франції постачання водою досить обмежене – відповідно 2,8 і 3,4 тис. м<sup>3</sup> на людину (мова йде про доступну питну воду з річок і озер).

Прісна вода складає тільки 2% всіх водних ресурсів Землі. І хоча запаси прісної води в гідросфері оцінюються в  $3 \times 10^{16}$  тонн, 86% з них знаходяться в сніжно-льодових утвореннях, 13% – в підземних водах і тільки 1% – в озерах, болотах і річках.

Сьогоднішні запаси прісної води на душу населення удвічі менші, ніж ті, що були 50 років тому. Крім того, за прогнозами, світові запаси води будуть зменшуватися і в майбутньому. Таке різке скорочення водних ресурсів пояснюється тим, що в результаті зростання населення, а також розвитку сільського господарства і промисловості зростає необхідність у прісній воді.

Приблизно 70% (у країнах, що розвиваються, – 90%) водних запасів Землі використовуються в сільському господарстві. Серед істотних проблем названа раніше проблема частоті втрати води через нераціональні методи зрошення і протікання труб (до 60%).

Однією з головних проблем є нерівномірність розподілення запасів прісної води. Наприклад, в Азії зосереджено 36% світового запасу річкових і озерних вод, але в цій частині планети проживає 60% світового населення. І навпаки, у річці Амазонці – 15% світового запасу річкової води, а кількість людей, які живуть недалеко від річки і можуть користуватися її водою, складає всього 0,4% світового населення (Бойчук та ін., 2002).

Нерівномірно розподіляється і дощова вода. У деяких районах Землі дощі майже не випадають.

Спеціалісти вважають, що на кількість опадів впливають антропогенні зміни клімату. Через вимирання лісів, виснаження оброблюваних земель і пасовищ деградує й гине ґрунт. Коли це відбувається, земля відбиває більше сонячного світла в атмосферу. У результаті атмосфера нагрівається, хмари розсіюються і опадів випадає менше. Крім того, значну частину дощової води, яка падає на ліси, випаровують самі ж рослини; зникає рослинність – зменшується і кількість опадів.

Учені, які досліджують розподілення запасів води на земній кулі, встановили, що в деяких районах становище катастрофічне. Сьогодні 35% населення Землі (з 80 країн світу) не має прямого доступу до питної води. Водна криза загрожує населенню, яке живе на півночі Африки і південніше Сахари, на Близькому Сході і т.д. Надзвичайно критичні ситуації з водою можуть виникнути в цих регіонах при посухах.

Дефіцит води вже зараз може негативно позначитись на здоров'ї людей і економіці. У нинішньому столітті причиною війн може стати вода, і такі суперечки вже виникали. 40% світового населення живе в басейнах 250 річок, за воду кожної з них бореться більше ніж одна країна. Річки Брахмапутра, Інд, Меконг, Нігер, Ніл, Тигр протікають через кілька країн, кожна з яких намагається забрати з них якнайбільше води. З кожним роком такі конфлікти набувають характеру не економічної конкуренції, а боротьби за воду. Зараз настає той час, коли воду будуть цінувати як нафту, і перестануть вважати такою ж безплатною, яким вважають повітря. Недавнім прикладом, є конфлікт між Єгиптом і Ефіопією, після спорудження останньою на своїй території греблі ГЕС «Хідасе» (Відродження) на р. Блакитний Ніл (рис. 15.2), що може призвести до зменшення водності Нілу й загрози зрошуваному землеробстві в Єгипті.

Щоб забезпечити все людство чистою питною водою і каналізацією, яка відповідає санітарним нормам, необхідно, за підрахунками вчених, більше 36 млрд. доларів на рік. Ця сума видається велетенською, але це лише приблизно 4% світових воєнних витрат.

Одним із шляхів вирішення проблеми дефіциту води є використання підземних вод. Значний інтерес до підземних вод визначається тим, що саме вони як джерело господарсько-питного водопостачання мають ряд істотних переваг, порівняно з поверхневими водами. Як правило, вони більш якісні за складом, краще захищені від забруднення і зараження, менше зазнають сезонних коливань, більш рівномірно розміщені по території (часто підземні води є там, де поверхневі водні джерела відсутні). Важливим є й економічний аспект: введення в дію водозаборів підземних вод може

здійснюватися поступово зі зростанням потреби у воді, в той час як будівництво крупних гідротехнічних споруд на річках (водосховищ, гребель) потребує значних витрат.



Рис. 15.2. Розташування ГЕС «Хідасе» на р. Блакийний Ніл

У наш час підземні води є основним джерелом водопостачання в багатьох країнах Європи і частка їх у загальному водопостачанні складає 60%. У США підземні води служать джерелом для 75% комунальних систем водопостачання. Дефіцит річкової води в Україні також доводиться надолжувати за рахунок використання підземних вод, запаси яких у нашій країні досить значні. Із надр щорічно видобувається більше 5 км<sup>3</sup> води. У загальному водоспоживанні (33 км<sup>3</sup>/рік) використання підземних вод становить понад 15%, у тому числі в промисловості – близько 14%, у сільському господарстві – понад 25%, у комунальному господарстві – понад 34%. У 77 містах (із загальної кількості 434) водопостачання здійснюється практично лише підземними водами (Бачинський та ін., 1995).

У таких країнах, як Австрія, Бельгія, Угорщина, Німеччина, Данія, Румунія, Швейцарія, Болгарія, Італія, Португалія, Нідерланди, Франція, Чехія, Словаччина, частка підземних вод у загальному балансі господарсько-питного водопостачання складає більше 70%. Істотну роль відіграють підземні води у водопостачанні міст. Так, повністю або майже повністю постачаються підземними водами Будапешт, Гамбург, Копенгаген, Мюнхен, Рим, Мінськ, Тбілісі, Єреван, Алма-Ата, Вільнюс, Бішкек та багато інших великих міст.

Але інтенсифікація відбору підземних вод може викликати низку серйозних екологічних проблем. Підземні води є не тільки корисною копалиною і частиною загальних водних ресурсів, але й важливим компонентом навколишнього середовища.



Будь-які зміни в режимі й балансі підземних вод викличуть зміни в інших компонентах навколишнього середовища.

Так, інтенсивна експлуатація підземних вод може привести до таких негативних змін навколишнього середовища, як недопустиме скорочення річкового стоку, осідання земної поверхні, пригнічення і навіть загибель рослинності у зв'язку зі зниженням рівня ґрунтових вод. Інтенсивний відбір води може викликати підтягування надто мінералізованих глибоких підземних вод, непридатних для пиття, а в районах морського узбережжя – проникнення солоних вод.

Інтенсивна техногенна діяльність на водозборах (зрошення і осушення земель, цивільне і гідротехнічне будівництво, розорювання земель, вирубування лісів та ін.) часто викликають негативні зміни в балансі й режимі підземних вод. Так, через виснаження підземних вод площа зрошуваних земель на північному заході штату Техас скоротилася втричі. Подібні зміни відбулися в Китаї та Індії (наприклад, у штаті Тамілнад, через забір води на зрошення, рівень підземних вод знизився більше, ніж на 23 метри).

З іншого боку, протікання водопроводів і каналізаційної мережі викликає підняття ґрунтових вод і, як наслідок, підтоплення споруд. Погіршення якості підземних вод пов'язане з випаданням кислотних дощів.

Істотне значення має забруднення підземних вод. Основними причинами забруднення є діяльність промисловості (37%), сільського (16%) і житлово-комунального господарств (10%), підтягування некондиційних підземних вод при порушенні режиму експлуатації водозаборів (13%).

Зміна якості підземних вод під впливом господарської діяльності проявляється в зростанні їх загальної мінералізації і збільшенні окремих компонентів складу (хлоридів, сульфатів та ін.), у появі токсичних речовин штучного походження (пестицидів, нафтопродуктів, радіонуклідів), у зміні температури і кислотності. Деградація якості підземних вод найбільш яскраво проявляється в районах, де широко використовуються хімічні добрива. Слід підкреслити, що деградація якості підземних вод часто обумовлює більші обмеження в їх використанні, ніж виснаження водоносного горизонту.

При плануванні використання підземних вод необхідно враховувати, що захищеність різних водоносних горизонтів від забруднення неоднакова. Практично повністю захищені від проникнення забруднюючих речовин із поверхні землі підземні води напірних водоносних горизонтів, перекриті витриманими слабопроникними глинистими шарами. У цих умовах забруднення може бути пов'язане тільки з незадовільним технічним станом водозабірних свердловин. Надійно захищеними від забруднення бувають джерельні води в передгір'ях і гірських районах у випадках, коли в районі їх живлення не ведеться господарська діяльність. Значно гірше захищені підземні води перших від поверхні водоносних горизонтів, особливо в річкових долинах, де підземні води тісно пов'язані з поверхневими, і при експлуатації відбувається підтягування поверхневих забруднених вод.

В узагальненому вигляді дія факторів антропогенного забруднення вод та їх наслідків наведена на рис. 15.3.



Рис. 15.3. Дія факторів антропогенного забруднення вод та їх наслідків (Бойчук та ін., 2002)

#### 15.4. Основні заходи щодо охорони і раціонального використання вод

Охороні вод сприяє *раціональне водокористування* – комплекс заходів, спрямованих на зниження обсягів забору свіжої води промисловими, комунальними, сільськогосподарськими та іншими об'єктами, а також технологічно виправдане зменшення загальної витрати води у виробничих процесах. Перед скиданням у природні водойми забруднені промислові та комунальні стічні води піддають очищенню.

У технологічних процесах необхідно впроваджувати *замкнений цикл водокористування* – багатократне використання води в одному й тому ж виробничому процесі без скидання стічних вод у природні водні об'єкти. Для технічних потреб і зрошення треба намагатися використовувати головним чином поверхневі води, підземні ж води використовувати лише як джерело водопостачання.

Для зменшення витрат води на зрошування застосовується комплекс інженерних заходів: максимальна економія зрошувальної води, протифільтраційні покриття, застосування стаціонарних і мобільних установок з малою інтенсивністю «дощу», систем крапельного зрошування та ін.

Охороні водних ресурсів сприяють меліоративні заходи: а) *лісова меліорація* - вирощування деревної й чагарникової рослинності в межах верхньої і середньої частин річкових басейнів із метою зменшення поверхневого стоку і ослаблення процесів водної ерозії; б) *агротехнічна меліорація* – правильне ведення сільськогосподарських робіт; в) *гідротехнічна меліорація* – регулювання водно-повітряного режиму ґрунтів при вирощуванні різних сільськогосподарських культур.

Для охорони морів від забруднення, морські судна, судноремонтні бази і порти обладнуються пристроями, які попереджують забруднення води баластними, промивними та іншими водами, а також твердими відходами. На суднах і в портах проводяться роботи, які забезпечують виконання положень Міжнародної конвенції щодо запобігання забрудненню моря нафтою.

Для ліквідації осередків нафтового забруднення застосовують такі методи: а) спалювання плаваючої нафти; б) механічне затримання нафти; в) механічне збирання і видалення нафти з поверхні води; г) абсорбційне поглинання з наступним механічним збиранням або спалюванням плаваючої нафти; д) обробка плаваючої нафти дисперсантами; є) поглинання нафти тонучими абсорбентами.

Для охорони від забруднення підземних горизонтів встановлюють зони санітарної охорони підземного джерела водопостачання: для надійно захищених горизонтів – не менше 30 м, для незахищених горизонтів й інфільтраційних водозаборів – не менше 50 м.

Деякі проекти усунення дефіциту води донедавна вважалися фантастичними, як, наприклад, використання айсбергів Антарктиди і Гренландії. Найбільш складне в цих проектах – низька швидкість транспортування айсбергів<sup>1</sup>. Але в порівняно невеликому айсбергу розміром 2х0,5х0,1 км міститься така кількість води, якої б вистачило на водопостачання п'ятимільйонного міста впродовж місяця, за умови витрати води на одного жителя 1000 л на день (Бойчук та ін., 2002). У 70-ті роки минулого століття французький інженер Жорж Мужен та принц Саудівської Аравії Мохаммед аль-Файзал розробили проєкт буксирування айсбергів під назвою «IceDream». Проєкт був закритий в 1981 році як неперспективний, але через 30 років до нього повернулися, і, шляхом комп'ютерного моделювання, з'ясувалося, що проєкт цілком здійснений. За існуючими підрахунками, всі разом айсберги планети можуть щорічно напоїти понад 12 млрд. чоловік.

Поки що звичними є методи опріснення морської води, яке використовується в багатьох країнах: Алжирі, Бахреїні, Греції, Іспанії, Ізраїлі, Італії, Кувейті, Лівії, Мексиці, Нідерландах, Саудівській Аравії, США, на Кіпрі та в інших країнах.

Для опріснення води використовується ряд методів. При *термічній дистиляції (перегонці)* знесолюється вода будь-якого складу. Зараз працюють установки термодистиляції з продуктивністю до кількох сотень кубометрів води за добу.

---

<sup>1</sup> Ідея доставки айсбергів далеко не нова. Ще в середині XIX століття чилійці, використовуючи попутний напрямок океанічної течії доставляли невеликі айсберги з лагуни Сан-Рафаель до Вальпараїсо (близько 2000 км). Іноді крижану гору тягли на буксирі, іноді прилаштовували до неї щоглу і піднімали вітрила. Привезений лід скуповували місцеві броварні, яким він був необхідний для швидкого охолодження звареного пивного суслу перед тим, як додавати до нього дріжджі. На острові Ньюфаундленд (Канада) і зараз існує професія «льодового ковбоя» (iceberg cowboy). За допомогою тросів і гаків вони добувають великі брили айсбергового льоду, які продають для виробництва елітних сортів алкоголю.

В основі опріснення води *методом зворотного осмосу* лежить процес «продавлювання» води з розчиненими солями через напівпроникну мембрану, яка затримує всі розчинені солі.

Метод іонного обміну *здійснюється на спеціальних установках, де воду пропускають через фільтри з катіоно-аніонообмінними смолами.*

Прісну воду отримують і *методом електродіалізу*, який заснований на застосуванні обмінних мембран, які пропускають тільки аніони чи катіони.

Існують й інші методи знесолення води, наприклад, одночасна дія магнітного поля і ультрафіолетового випромінювання на воду, виморожування, геліоопріснення.

#### **Запитання і завдання для самостійної роботи та самоконтролю:**

1. Як ви розумієте поняття водокористування, за якими ознаками воно класифікується?
2. Яка галузь промисловості є найбільшим забруднювачем водних ресурсів?
3. Як називають забруднення води, коли у ній наявні органічні й неорганічні речовини токсичної і нетоксичної дії?
4. Яка речовина сприяє бурхливому розмноженню синьо-зелених водоростей і «цвітінню» водойм?
5. Чим небезпечним для водойм є сплавляння лісу?
6. Яка роль в охороні водних ресурсів міжнародної програми UNEP/Water?
7. Що включає раціональне водокористування?
8. Назвіть основні екологічні проблеми Світового океану.
9. Визначте основні заходи охорони малих річок.

## **Тема 16. ОСНОВИ РАЦІОНАЛЬНОГО ЛІСОКОРИСТУВАННЯ**

16.1. Лісові ресурси

16.2. Лісокористування

16.3. Заходи з раціоналізації лісокористування

### **16.1. Лісові ресурси**

Ліс – це природний комплекс, ділянка території із зростаючою на ній деревною, трав'янистою та іншою рослинністю, які знаходяться в тісному взаємозв'язку між собою, а також з тваринами, грибами, мікроорганізмами та іншими біологічними компонентами, що населяють дану територію, разом з ґрунтом і підґрунтям. Обов'язкова ознака лісу – *зімкнутий намет деревної рослинності*. На ліси припадає понад 90% всієї рослинної біомаси суходолу, тому вони посідають найважливіше місце як в природі, так і в житті людини. Виділимо найважливіші екологічні функції лісів:

– ліс є потужним регулятором клімату і водного балансу територій, сприяє боротьбі із засухами і суховіями.

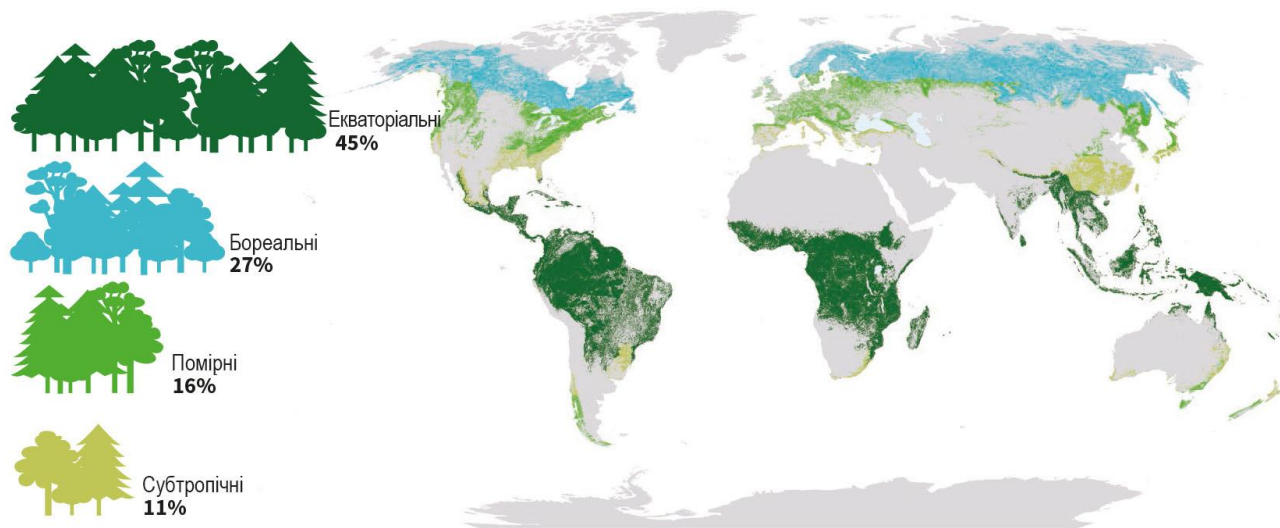
– суттєвою є роль лісу в очищенні атмосферного повітря від шкідливих домішок і хвороботворних мікробів, поповненні запасів кисню, підтримки рівноваги хімічного складу атмосфери, особливо балансу кисню, вуглецю та азоту. 1 га лісу, в залежності від його видового складу, здатний протягом року поглинути 5-10 т CO<sub>2</sub> та виділити 10-20 т кисню.

- регулювання гідрологічного режиму річок;
- попередження ерозії ґрунтів;
- ліс – місце існування різноманітних видів диких тварин, зростання грибів та ягід;
- постачальник сировини для господарської діяльності людини.

У теорії та практиці лісокористування найбільш поширеними є поняття *земель лісового фонду* та *розрахункової лісосіки*.

**Землі лісового фонду** – сукупність лісових і нелісових земель, що використовуються у лісовому господарстві. До *лісових* земель відносяться землі, вкриті лісовою рослинністю і не вкриті нею, але призначені для її відновлення (вирубки, згарища і т.д.). До *нелісових* земель відносяться землі, призначені для потреб лісового господарства (землі зайняті просіками, дорогами), а також інші землі, розташовані у межах лісового фонду (болота, кам'янисті розсипи). Також є ліси, що не входять до складу лісового фонду – це ліси, розташовані на землях, що належать різним міністерствам, територіальним громадам міських і сільських поселень та приватні ліси.

Площа лісів у світі складає 4,06 млрд. га (1/3 площі суші) (рис. 16.1), з яких 45% становлять екваторіальні, 27% – північні хвойні і ще 28% – усі інші ліси.



**Рис. 16.1. Співвідношення розподілу лісів за глобальними кліматичними зонами**  
(Global Forest..., 2020)

З 1990 року світ втратив 178 мільйонів гектарів лісів. Темпи обезліснення суттєво знизилися за 1990-2020 роки завдяки зменшенню вирубок лісів в одних країнах, а також збільшенню площі лісів в інших (у США, Західній Європі, Китаї та деяких інших державах, починаючи з 1970-х років площа лісів збільшується завдяки лісонасадженням та природному розростанню лісів). Зменшення площ лісових територій відбувається в

країнах Латинської Америки, Африки та Азії, що розвиваються. Основними причинами цього є програми економічного розвитку, що супроводжуються переселенням населення, розвитком інфраструктури і сільського господарства в цих країнах.

Протягом 1990-2020 рр. площа природно відновлюваних лісів скоротилася, натомість площа лісових культур збільшилася на 123 млн га. Темпи обезліснення знизилися з 7,8 млн га на рік у 1990-2000 роках до 5,2 млн га на рік у 2000-2010 роках і 4,7 млн га на рік у 2010-2020 роках. У 2010-2020 роках Африка мала найбільші щорічні темпи втрати лісів – 3,9 млн га, за нею йшла Південна Америка – 2,6 млн га. Темпи обезліснення в Африці зростали протягом кожного з трьох останніх десятиліть, починаючи з 1990 року. Однак у Південній Америці вони суттєво знизилися – у 2010-2020 роках темпи скоротилися приблизно вдвічі порівняно з 2000-2010 роками. Азія мала найвищий чистий приріст лісових площ у 2010-2020 роках, за нею йдуть Океанія та Європа. Однак і в Європі, і в Азії у 2010-2020 роках були зафіксовані значно нижчі темпи приросту площ лісів, ніж у 2000-2010 роках (рис. 16.2).

Землі лісового фонду України становлять 10,4 млн. га, з яких вкрито лісовою рослинністю 9,6 млн. га. З них 93% припадає на природно відновлювані ліси і 7% – лісонасадження (лісові культури). Загальна площа лісового фонду України становить – 10,4 млн га, із яких вкритих лісовою рослинністю – 9,6 млн га.

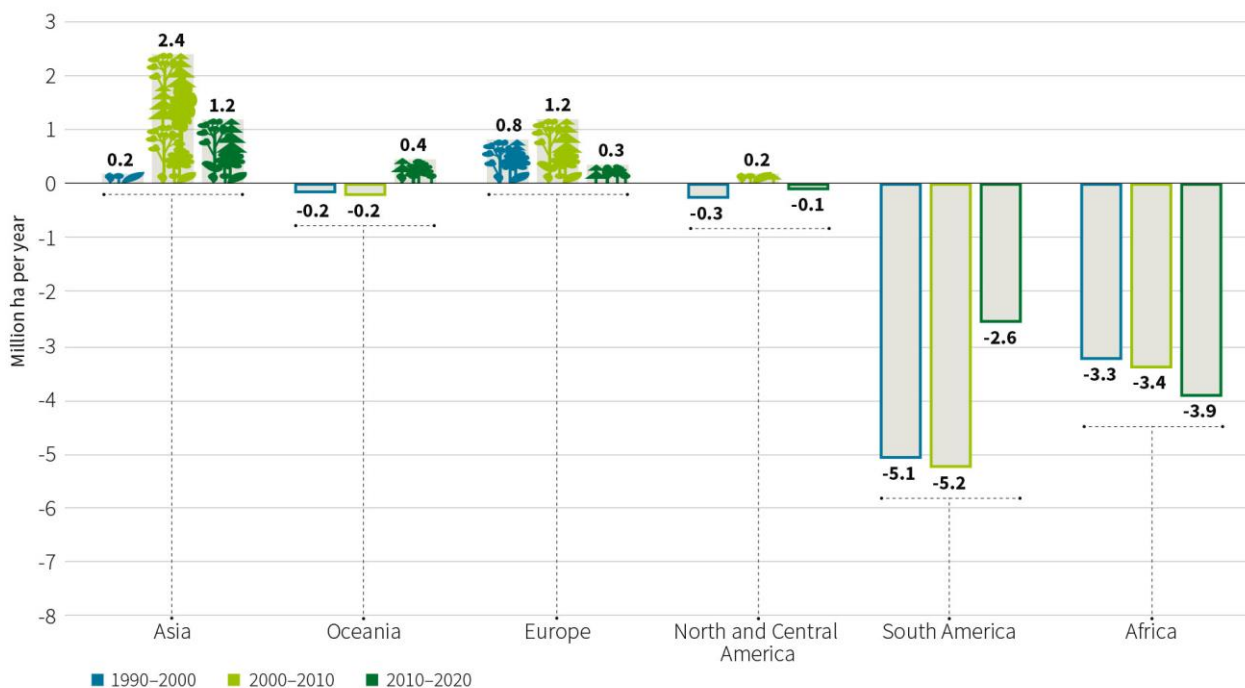


Рис. 16.2. Річні темпи обезліснення за десятиліттями і регіонами світу (Global Forest..., 2020)

Запаси деревини у світі – 307,4 млрд.м<sup>3</sup>, Річний приріст деревини у світі – близько 5,5 млрд. м<sup>3</sup>, а обсяг лісозаготівель – близько 3,3 млрд. м<sup>3</sup>. Однак попит на продукцію лісового комплексу постійно збільшується. Крім того, споживання деревного палива, що є основним або єдиним джерелом енергії для 2/5 світового населення, щорічно зростає на 1,2%.

Лісистість України становить 15,9%, а запас деревини досягнув 1,8 млрд. м<sup>3</sup>. Площа лісів України за останні 50 років зросла у 1,5 рази (залишається нижче оптимальної), але перед тим за 450-500 років зменшилась утричі, тому лісистість України є найменшою в Європі (після Молдови). Рівень антропогенізації лісів становить більше 50%. Фактична лісистість областей України на 5-10% нижча від оптимальної, для досягнення якої за існуючих темпів зростання (0,05% на рік) потрібно 120 років. Частка лісів, що охороняються, складає 15,4% від лісовкритої площі (у світі в цілому – 18%). Хоча власними лісовими ресурсами Україна забезпечує свої потреби лише на третину, близько 20% заготовленої в Україні деревини реалізується на експорт, а інтенсивність лісокористування в деяких регіонах набагато перевищує допустимі норми.

Основний збиток лісам завдається в процесі вирубки деревини. Світова статистика показує неухильне скорочення вологих тропічних лісів – «зелених легень» планети. Згубним є вплив на ліси забрудненого навколишнього природного середовища, як через «кислотні дощі», так і через забруднені підземні води, що роз'їдають кореневу систему. Найлютіший природний ворог лісів – пожежі. У серйозну проблему лісокористування в Україні перетворилися так звані самозаготовки, тобто самостійні лісозаготівлі підприємствами чи громадянами, які незаконно використовують лісові ресурси.

Перед суспільством постійно стоїть завдання примирити дві суперечливі необхідності: *використання лісу для виробництва деревини з його роллю в підтриманні рівноваги в біосфері*. Основні напрямки її вирішення:

- посилення водоохоронних, захисних, кліматорегулюючих, оздоровчих та інших корисних властивостей лісів з метою охорони здоров'я людини та розвитку господарства. 50% лісів України мають обмежене лісокористування;
- невиснажливе і раціональне користування лісом для планомірного безупинного задоволення потреб господарства і населення в деревині та іншій лісовій продукції;
- розширене відтворення, поліпшення породного складу і якості лісів, підвищення їх продуктивності;
- заощадження лісів, охорона їх від пожеж, захист від шкідників і хвороб, безвідходні технології лісового господарства (досвід деяких лісогосподарських підприємств свідчить, що впровадження безвідходних технологій дозволяє до 4 разів скоротити вирубки, та до 3 разів збільшити випуск продукції в розрахунку на одиницю сировини.
- раціональне використання земель лісового фонду;
- підвищення ефективності лісогосподарського виробництва на основі досягнень науки і техніки.

## **16.2. Лісокористування**

Лісокористування – сукупність форм і методів використання лісових багатств. Раніше воно розглядалося з точки зору вилучення з лісу певної кількості стиглої

деревини, що задовольняє за розмірами і якістю потреби в будівельному лісі, пиломатеріалах, сировині для лісохімічної промисловості і т.д. Останнім часом розглядається багатоцільове лісокористування, коли заготівля деревини пов'язується з іншими функціями лісових екосистем (водоохоронно-регулюючою, захисною, санітарно-гігієнічною та ін.). У Лісовому Кодексі України закріплені основні вимоги до лісокористування:

1. забезпечення безперервного, невиснажливого і раціонального використання лісів для задоволення потреб економіки і населення в лісових ресурсах;

2. збереження і посилення середовищеформуєчих, водоохоронних, захисних та інших функцій лісів;

3. встановлення порядку лісокористування в залежності від значення лісів і виконуваних ними функцій, їх місця розташування, природних і економічних умов;

4. забезпечення умов для відтворення лісів;

5. платність лісокористування;

6. дотримання науково обґрунтованих норм лісокористування.

**Основними видами лісокористування є:**

- заготівля деревини (головне і проміжне користування лісом);
- заготівля живиці;
- заготівля другорядних лісових продуктів;
- побічне лісокористування;
- користування ділянками лісового фонду для потреб мисливського господарства;
- користування ділянками лісового фонду для науково-дослідних цілей;
- користування ділянками лісового фонду для культурно-оздоровчих, рекреаційно-туристичних та спортивних цілей.

*Головне користування* здійснюється в лісах, що досягли віку стиглості, тобто такого віку, при якому вирубується деревина, що відповідає вимогам промисловості. Основне призначення головного користування – заготівля деревини. Заготівля може здійснюватися суцільними, поступовими і вибірковими рубками лісу. Існує велика кількість видів рубок. У монокультурних лісонасадженнях практикуються *суцільно-лісосічні* (концентровані) рубки, обов'язкова умова проведення яких – забезпечення відновлення вирубаних ділянок господарсько цінними породами у встановлені терміни, збереження підросту, сприяння природному поновленню та створення лісових культур. Вважається необхідним залишення куртин не менше 15-20 дерев на 1 га для самозалісення.

*Поступові рубки*, коли деревостан вирубується в 2-3 прийоми, якими звільняється простір для успішного росту молодого покоління, що знаходиться під наметом старого лісу. Період повторюваності може бути різним. У монокультурних листяних лісах він дорівнює в середньому 20 років.



**Поняття про розрахункову лісосіку.** Розрахункова лісосіка – норма щорічної рубки деревини, яка забезпечує безперервне тривале користування лісом. Нею встановлюються ліміти заготівлі деревини, які розраховуються при лісовпорядкуванні на основі наявності «стиглої» деревини, характеру відтворення лісу, потреби в деревині та інших факторів, з дотриманням *принципу безперервного і невиснажливого* користування лісом.

Сучасна розрахункова лісосіка України 7,7 млн. м<sup>3</sup>. Існує таке поняття, як *оборот лісосік*, – час, за який залишений на вирубаній лісосіці підріст, досягне товарної стиглості. Вважається, що для ялини період обороту лісосіки дорівнює 100 рокам. За цей час підріст ялини виростає в середньому до діаметра 36 см на висоті стовбура 1,3 м. Але такі прирости характерні для монокультурних насаджень Європи, Америки і Сибіру.

У хвойно-широколистяних лісах України бажані тільки *поступові добровільно-вибіркові* рубки лісу з розрідженням деревостану не нижче повноти 0,6, оборотом лісосіки в 12 років і обов'язковим збереженням ялинового лісу.

Щорічний обсяг заготівлі деревини від усіх видів рубок в Україні становить близько 15 млн. м<sup>3</sup>, зокрема від рубок головного користування – 6,4 млн. м<sup>3</sup>.

**Проміжне користування лісом.** До даного виду користування належить заготівля деревини, одержуваної під час проведення *рубок догляду, санітарних рубок, рубок реконструкції* та ін. Мета цих рубок – сформувати стійкий господарсько цінний фітоценоз, поліпшити стан деревостанів та їх стійкість. Отримання деревини при цьому формально є супутнім.

Рубки реконструкції, оновлення та переформування регламентуються настановами стосовно рубок догляду. Залежно від екологічних особливостей породи, віку, складу, походження лісу, розроблені нормативи інтенсивності проріджування у % від наявного запасу, період повторюваності проріджування. До проміжного користування також відносяться інші рубки, які проводяться під час прокладання трас, газопроводів і т.д.

**Заготівля живиці.** Смола хвойних є сировиною для хімічної, парфумерної та медичної промисловості. Розмір заготовки залежить від смолопродуктивності (тобто фізико-географічних і едафічних умов, в яких ростуть хвойні ліси).

**Заготівля другорядних лісових матеріалів.** До них відноситься заготівля пнів, хмизу, кори, бересту, гілля хвойних порід, лика, лубу і т.д.

Важливим резервом другорядних лісових матеріалів є лісосічні відходи (тонкомірні вершини дерев, хвоя і листя, пні та коріння), які становлять у середньому близько 40% біомаси дерева. За рахунок їх використання можна досягти не тільки зростання ресурсних можливостей, але і зниження витрат на знищення відходів. Існуючі технології дозволяють використовувати їх як високоякісну сировину для виробництва деревних плит, цілого ряду найцінніших продуктів з деревної зелені, застосовуваних у сільському господарстві, медичній, парфумерній та хімічній промисловості. Проте в Україні не

налагоджено навіть повний облік цих відходів, а з 60 млн. м<sup>3</sup> врахованих використовується трохи більше половини.

### **Побічне лісокористування.**

Сінокосіння, випасання худоби, розміщення пасік, заготівля і збір ягід, грибів, горіхів, лікарських рослин, моху і т.д. – відноситься до побічного користування лісом. У даному виді лісокористування є значні резерви. Так, у дореволюційній Росії дохід від продажу ягід і грибів у кілька разів перевищував дохід від експорту деревини.

**Користування лісовим фондом для потреб мисливського господарства.** Ліс – природне середовище перебування диких тварин. Він надається в користування для потреб мисливського господарства громадським мисливським організаціям на правах безоплатного користування, а іншим мисливствокористувачам – юридичним особам на правах оренди.

**Користування лісовим фондом в науково-дослідних цілях.** Лісові біогеоценози, як непорушені людиною, так і сукцесійні (пожежа, рубка лісу і т.д.) є унікальним об'єктом для вивчення. Тому проведення науково-дослідних робіт у лісі (в першу чергу на території спеціальних наукових стаціонарів) відноситься до користування лісовим фондом в науково-дослідних цілях.

**Рекреаційне використання лісів** передбачає їх використання з метою відпочинку громадян. Це, перш за все, паркові ліси, ліси зелених зон міст, курортної зони і т.д. Сьогодні все більше для цих цілей стали використовуватися ліси національних парків і заповідників.

## **16.3. Заходи з раціоналізації лісокористування**

1. Поєднання елементів лісозаготівель та лісового господарства, іншими словами, заготівля деревини повинна супроводжуватися роботою по її відновленню.

Міжгалузеві зв'язки лісового господарства і лісозаготівель, зрозуміло, існують давно і мають міцну планову основу. Але характер цих зв'язків сучасним вимогам вже не відповідає. І справа не тільки в нестиковці відомчих інтересів у конкретних виробничих ситуаціях, хоча і їх наслідки досить значні (лісозаготівники далеко не завжди виконують вимоги лісового господарства з підготовки вирубаних площ до лісовідновлювальних робіт). Не відповідає вимогам застосовувана на лісозаготівлях техніка: зокрема, ніде у світі окрім нашої країни не застосовується на таких роботах важка техніка на гусеничному ході, яка не тільки знищує підріст, але і руйнує ґрунтовий шар. Головна ж проблема полягає у зміні структурної політики в комплексі відповідно до довгострокових цілей. Необхідно домогтися такого співвідношення ресурсів, що вкладаються в усі галузі лісопромислового комплексу, яке забезпечувало б постійну відповідність лісовідновлення, лісозаготівель та лісопереробки. Про те, що такої відповідності немає, свідчать дані про вичерпання лісових ресурсів у ряді регіонів.

2. Організація виробництва повинна повністю відповідати вимогам комплексного використання всієї заготовленої деревини.

Зараз нераціонально використовується не тільки деревина "малоцінних" порід і відходів лісозаготівель, а й кондиційна сировина. Значні обсяги повноцінної деревини залишаються на лісосіках у зрубаному вигляді, ділова деревина практично повсюдно використовується для будівництва тимчасових споруд та прокладання лісових доріг. Останні споруджуються лісозаготівниками з використанням до тисячі кубометрів деревини на кілометр, а потім залишаються і поступово повністю виходять з ладу. Тільки тут резерви економії деревини становлять близько 2 млн. м<sup>3</sup>.

Досягнення комплексного використання сировини пов'язане з комбінуванням лісозаготівельних і лісопереробних підприємств. Мова йде про створення регіональних лісопромислових комплексів або сукупності підприємств комплексу, розташованих на даній території. Значущість і доступність резервів комплексного використання лісових ресурсів можна проілюструвати на прикладі виготовлення паливних брикетів з м'яких відходів та кори дерев. Технологія їх виробництва проста і високоефективна, до того ж широко застосовується за кордоном. В Україні кількість придатних для брикетування відходів істотно перевищує обсяг завезених дров. Комбінування основного виробництва з виготовленням паливних брикетів дозволяє підприємству з деревних відходів щорічно випускати 3,5 тис. т палива, яке можна експортувати в ряд європейських країн.

Комплексне використання деревної сировини передбачає найрізноманітніші форми організації виробництва, які, як правило, тісно взаємопов'язані й здійснюються також у комплексі. Зокрема можна створювати лісохімічні цехи, де хвойна зелень перероблятиметься на натуральний хвойно-лікувальний екстракт. Також з неї можна виготовляють хлорофіллокаротинову пасту і ефірну олію, необхідні для випуску парфюмерно-косметичних виробів (Бойчук та ін., 2002). Навіть з пеньків можна добувати скипидар, смолу, дьоготь, ретортне вугілля. Відходи заготівлі та деревообробки, а також тонкомірну деревину від санітарних рубок слід переробляти в технологічну тріску. Натомість значна частина маломірної деревини просто спалюється.

3. Організація переробки деревини повинна передбачати найбільш повне використання її відходів.

Наша лісопереробна промисловість відстає від розвинутих країн з вироблення целюлози, фанери, паперу та картону в розрахунку на зрубану деревину в 5-6 разів. Не раціонально є структура переробки деревини з переважанням лісопиляння. Непомірно великі відходи, які використовуються вкрай недостатньо. Неефективно використовуються не основні лісові ресурси, що передаються для лісозаготівель, особливо листяні породи.

Перш за все, необхідно зазначити, що безвідходні підприємства (або сукупність підприємств, розташованих у одному регіоні) повинні об'єднати процеси лісовідновлення, лісозаготівлі та лісопереробки. Важливо також орієнтувати підприємства на широке

застосування новітньої техніки і технологій. Мова йде про техніку, що забезпечує виробництво декількох видів продукції, і знижує витрати лісу на одиницю продукції.

Форми організації безвідходного виробництва в лісопромисловому комплексі не вичерпуються створенням комплексних лісових господарств – комбінатів. Очевидно, що навіть у віддаленій перспективі певна частина деревини буде перероблятися на неспеціалізованих підприємствах, далеко від великих центрів лісозаготівлі й лісопереробки. А в сучасних умовах утилізація відходів різних виробництв, що переробляють деревину, – завдання настільки ж важливе, як і актуальне. Досить нагадати, що вихід корисної продукції в переважній більшості деревообробних виробництв не перевищує 40-60%. Тому важливо забезпечити утилізацію відходів не тільки в рамках окремих комбінованих підприємств, але і на основі широкого кооперування лісопереробних та інших підприємств.

**Запитання і завдання для самостійної роботи та самоконтролю:**

1. Як ви розумієте поняття «лісокористування»?
2. Які різновиди лісокористування ви знаєте?
3. Назвіть географічні особливості розміщення лісів по поверхні Землі. Якими є тенденції динаміки лісовкритих площ у світі?
4. Чим небезпечним для довкілля є сплавляння лісу?
5. Розкрийте поняття розрахункової лісосіки.
6. Які заходи з раціоналізації лісокористування ви можете назвати.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Багров М. В. та ін. Землезнавство: Підручник / М. В. Багров, В. О. Боков, І. Г. Черваньов; За ред. П. Г. Шищенка. – К.: Либідь, 2000. – 464 с.
2. Бойчук Ю. Д., Солошенко Е. М., Бугай О. В. Екологія і охорона навколишнього середовища: Навчальний посібник. Суми: ВТД «Університетська книга», 2002. 284 с.
3. Боков В. А. Введение в физическую географию и рациональное природопользование / В. А. Боков, И. Г. Черванев. Харьков: ХГУ, 1989. – 128 с.
4. Влах М. Р., Котик Л. І. Теорія і методологія географічної науки : навч. посібн. для самостійної роботи студентів. Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2017. 120 с.
5. Влах М. Теорія і методологія географічної науки : навч. посібник для самостійної роботи студентів / М. Влах, Л. Котик. – Ч. 2. : Допоміжні навчальні матеріали. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2019. – 138 с.
6. Влах М. Теорія і методологія географічної науки : навч. посібник / М. Влах, Л. Котик. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2018. 344 с.
7. Влах М. Теорія і методологія географічної науки : навч. посібник для самостійної роботи студентів / М. Влах, Л. Котик. Ч. 1. : Семінарські заняття. Тести. Індивідуальне навчально-дослідне завдання. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2019. 122 с.
8. Войтків П., Іванов Є. Збалансоване природокористування : навчально-методичний посібник. Львів : ЛНУ ім. І. Франка, 2021. 182 с.
9. Гродзинський М. Д. Ландшафтна географія: стара назва нової науки чи відродження майже забутого? // Український географічний журнал, 2017, № 2. С. 59-64.
10. Денисик Г. І., Стефанков Л. І., Чиж О. П. Фізична чи природнича географія України? *Проблеми безперервної географічної освіти і картографії*. 2018. Вип. 28. С. 26–33.
11. Дронова О. Л., Запотоцький С. П. Сучасне природокористування: суспільно-географічний контекст: навчально-методичний посібник. К.: Прінт-Сервіс, 2018. 214 с.
12. Ковальов О. Географія: наука і шкільний предмет. *Географія та основи економіки в школі*. 2006. №3. С. 35-42.
13. Ковальов О. Загальна географія: чому саме організація бачиться, як її головний аспект? URL: [http://www.geography.pp.ua/2020/01/blog-post\\_26.html](http://www.geography.pp.ua/2020/01/blog-post_26.html)
14. Конспект лекцій з дисципліни «Основи раціонального природокористування і охорона природи». URL: <http://kegt.rshu.edu.ua/images/dustan/bopk.pdf>
15. Корнус А. О., Корнус О. Г. Охорона природи. Основи раціонального природокористування: практикум : навчально-методичний посібник для виконання практичних завдань. Суми : Вид-во СумДПУ ім. А.С.Макаренка, 2013. 40 с.
16. Мащенко О. М. Загальне землезнавство з основами теорії фізичної географії: навчально-методичний посібник для студентів спеціалізації: 014.07 Середня освіта (Географія). – Полтава : ПНПУ імені В. Г. Короленка, 2016. – 106 с. <http://dspace.pnpu.edu.ua/handle/123456789/9083>
17. Немець К. А., Немець Л. М. Теорія і методологія географічної науки: методи просторового аналізу: Навчально-методичний посібник. Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2014. 172 с.
18. Основи соціоекології: Навч. посіб. / Г. О. Бачинський, Н. В. Беренда, В. Д. Бондаренко та ін. К., Вища шк., 1995. 238 с.
19. Петлін В. М. Системна природнича географія. Львів: Вид-чий центр ЛНУ. 2011. 249 с.
20. Топчієв О. Г. Предметна область географії та її сучасні методологічні трансформації // Український географічний журнал, 2016, № 1, С. 64-69. <https://ukrgeojournal.org.ua/uk/node/512>
21. Чернов Б. О. Уявлення вчених-географів про єдину географію другої половини ХХ ст.: історіографія. *Вісник аграрної історії*. 2011. Вип. 2, С. 213-223.
22. Bernal J. D. Origin of Life. World Publishing Co., 1967. 320 p.
23. Braslavskaya O. V., Kyselov Iu. O., Rudyi R. M., Kyseliova O. O., Udovenko I. O. Philosophical geography: establishment, development, formation of scientific foundations. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, №29(3). 2020. P. 460–470. doi: <https://doi.org/10.15421/112041>

24. Bressan D. Rise of Oxygen on Early Earth Linked to the Formation of First Continents. URL: <https://www.forbes.com/sites/davidbressan/2023/03/07/first-continents-and-weathering-iron-minerals-helped-rise-oxygen-levels-on-early-earth/?sh=b9c63e64b9b0>
25. Global Forest Resources Assessment: Main report. Rome. FAO, 2020. doi: <https://doi.org/10.4060/ca9825en>
26. Chao L-W. The photochemical smog formation diagram. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Smog#/media/File:Photochemical\\_smog\\_formation.png](https://en.wikipedia.org/wiki/Smog#/media/File:Photochemical_smog_formation.png)
27. Jun Z., Yao L., Liang-liang C., Shou-qin L., Xi-xiang Y., Huai-chen L. (2017). Ambient air pollution, smog episodes and mortality in Jinan, China. *Scientific Reports*, 7: 11209. doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-017-11338-2>
28. Mokoena K.K., Ethan C.J., Yu Y., Shale K., Liu F. (2019). Ambient air pollution and respiratory mortality in Xi'an, China: a time-series analysis. *Respiratory Research*. 20 (1): 139. doi: <https://doi.org/10.1186/s12931-019-1117-8>
29. Kyselov Iu. O. Geosophy as a scientific discipline: issues of methodology and metatheory. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, №29(2). 2020. P. 327–334. doi: <https://doi.org/10.15421/112029>
30. Sonko S. P., Kyselov Iu. O., Polovka S. H. On the modern conception of environment. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, №27(2). 2018. P. 346–356. doi: <https://doi.org/10.15421/111859>
31. Will the ozone layer recover? / U.S. Environmental Protection Agency. URL: <https://www.epa.gov/ozone-layer-protection/frequently-asked-questions-about-ozone-layer>
32. Zhang Y.G., et al. (2013). A 40-million-year history of atmospheric CO<sub>2</sub>. *Philosophical Transactions of the Royal Society. A*. 371: 20130096. DOI: <https://doi.org/10.1098/rsta.2013.0096>

## ЗМІСТ

Передмова.....	3
РОЗДІЛ 1. ТЕОРІЯ ТА ІСТОРІЯ ФІЗИЧНОЇ ГЕОГРАФІЇ .....	4
Тема 1. Місце фізичної географії в системі географічних наук.	
Об'єкт і предмет фізичної географії .....	4
Тема 2. Місце, роль і значення фізичної географії в сучасному світі.....	20
Тема 3. Історія розвитку фізико-географічних ідей та досліджень від античних часів до епохи капіталізму .....	27
Тема 4. Розвиток фізико-географічних ідей та досліджень від епохи капіталізму до наших днів .....	38
РОЗДІЛ 2. МЕТОДОЛОГІЯ ФІЗИЧНОЇ ГЕОГРАФІЇ .....	49
Тема 5. Методологія та моделі наукового дослідження у фізичній географії.....	49
Тема 6. Парадигми фізичної географії.....	62
Тема 7. Методологічні принципи фізичної географії.....	74
Тема 8. Методи фізичної географії .....	85
Тема 9. Типи фізико-географічного аналізу.....	96
РОЗДІЛ 3. РАЦІОНАЛЬНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ .....	106
Тема 10. Поняття про природокористування.....	106
Тема 11. Антропогенні чинники в природокористуванні та забруднення навколишнього середовища .....	114
Тема 12. Основи раціонального надрокористування.....	120
Тема 13. Основи раціонального землекористування.....	129
Тема 14. Основи охорони атмосферного повітря .....	139
Тема 15. Основи раціонального водокористування.....	152
Тема 16. Основи раціонального лісокористування .....	164
ЛІТЕРАТУРА.....	175





Навчальне видання

Корнус Анатолій Олександрович

**ТЕОРІЯ ФІЗИЧНОЇ ГЕОГРАФІЇ  
І РАЦІОНАЛЬНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**  
(курс лекцій)

Навчальний посібник

Відповідальний за випуск *Кудріна О.Ю.*

Комп'ютерний набір *Корнус А.О.*

Комп'ютерне верстання *Корнус А.О.*

Фото обкладинки *Kuzmafoto* (джерело зображення: depositphotos.com)

Підп. до друку 24.04.2023.

Формат 60x84/16. Гарнітура Arial Narrow.

Папір офсетний. Друк офсетний. Ум. друк. арк. 11,00.

Ум. фарб.-відб. 11,00. Обл.-вид. арк. 10,44.

Тираж 100 пр.

Видавець:

Інститут стратегій інноваційного розвитку і трансферу знань

<https://iidskt.org.ua>

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру видавців,  
виготівників і книгорозповсюджувачів видавничої продукції:

Серія ДК № 7594 від 08.02.2022 р.

Видавець:

СумДПУ імені А. С. Макаренка

40002, м. Суми, вул.Роменська, 87

Свідоцтво ДК № 231 від 02.11.2000 р.

Виготовлювач:

ФОП Цьома С.П. 40002, м. Суми, вул. Роменська, 100.

Тел.: 066-293-34-29

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

серія ДК, № 5050 від 23.02.2016.