



Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України  
Львівський національний університет імені Івана Франка

**П. І. ШТОЙКО**

# **К О Н Ц Е П Ц І Ї ПРИРОДОЗНАВСТВА**

**Навчальний посібник**

Відповідальний за випуск  
доктор філософських наук, професор В. І. Онопрієнко

*Рекомендовано  
Міністерством освіти і науки України*

Львів  
2011

УДК 911.5/.9

ББК 821

Ш 92

Рецензенти:

д-р фіз.-мат. наук, проф. *О. Т. Богорош*  
(Національний технічний університет України  
“Київський політехнічний інститут”);

д-р біол. наук, проф. *О. Я. Пилипчук*  
(Державний економіко-технологічний університет транспорту);

д-р геогр. наук, проф. *І. П. Ковальчук*  
(Національний університет біоресурсів і природокористування України)

*Рекомендовано*

*Міністерством освіти і науки України  
як навчальний посібник*

*для студентів вищих навчальних закладів  
(Лист №1/11-5162 від 15.06.2010)*

**Штойко П. І.**

Ш 92 Концепції природознавства : навч. посібник / П. І. Штойко. –  
Львів : ЛНУ імені Івана Франка. – 2011, 456 с.

ISBN 978-966-613-862-3.

Викладено актуальні погляди на світ і природу, у доступній та логічній формі висвітлено закономірності розвитку науки, її місце в сучасній культурі та цивілізації, питання історії природознавства, його сучасний стан. Розглянуто найважливіші ідеї та перспективи розвитку природознавчих наук, які аналізують з позиції єдиних методів, у тому числі й основних положень філософії.

Наука та її історія розглянуті у взаємозв'язку з іншими формами духовної культури – філософією, релігією, мораллю.

Для викладачів і студентів вищих навчальних закладів і всіх, кого цікавлять проблеми світобачення.

УДК 911.5/.9

ББК 821

© Штойко П. І. , 2011

© Львівський національний університет  
імені Івана Франка, 2011

ISBN 978-966-613-862-3

## ЗМІСТ

Завдання і предмет навчальної дисципліни “Концепції природознавства” .....	5
Робоча програма .....	17
Плани семінарських занять і завдань для контрольних робіт.....	21
Розділ 1. Історія формування загальної картини природознавства .....	25
<i>Питання для контролю і самоконтролю</i> .....	51
<i>Список літератури</i> .....	52
Розділ 2. <b>Форми і методи природничо-наукового пізнання</b> ....	53
<i>Питання для контролю і самоконтролю</i> .....	127
<i>Список літератури</i> .....	127
Розділ 3. <b>Концепції астрономії</b> .....	129
<i>Питання для контролю і самоконтролю</i> .....	158
<i>Список літератури</i> .....	158
Розділ 4. <b>Сучасна фізика про мікро-, макро- і мегасвіти</b> ....	160
<i>Питання для контролю і самоконтролю</i> .....	189
<i>Список літератури</i> .....	189
Розділ 5. <b>Геологічні концепції історії Землі</b> .....	191
<i>Питання для контролю і самоконтролю</i> .....	228
<i>Список літератури</i> .....	229
Розділ 6. <b>Концептуальні основи сучасної хімії</b> .....	230
<i>Питання для контролю і самоконтролю</i> .....	242
<i>Список літератури</i> .....	243
Розділ 7. <b>Виникнення життя на Землі. Поява людини, її становлення та розвиток</b> .....	244
<i>Питання для контролю і самоконтролю</i> .....	303
<i>Список літератури</i> .....	304

Розділ 8. Екологія як наука про екосистему Землі.....	305
<i>Питання для контролю і самоконтролю</i> .....	346
<i>Список літератури</i> .....	346
Розділ 9. Географія: синтез соціального і природного .....	348
<i>Питання для контролю і самоконтролю</i> .....	385
<i>Список літератури</i> .....	385
Розділ 10. Кібернетика – наука про процеси керування та інформаційні системи .....	387
<i>Питання для контролю і самоконтролю</i> .....	393
<i>Список літератури</i> .....	393
Розділ 11. Синергетика як теорія самоорганізації систем ...	394
<i>Питання для контролю і самоконтролю</i> .....	407
<i>Список літератури</i> .....	407
Прикінцеве слово .....	409
Поняття і терміни .....	411
Орієнтовні теми рефератів .....	422
Тести і варіанти відповідей до них .....	424
Історія природознавства в іменах .....	450
Українські імена у світовій науці.....	453

## **ЗАВДАННЯ І ПРЕДМЕТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ “КОНЦЕПЦІЇ ПРИРОДОЗНАВСТВА”**

Пропонований курс “Концепції природознавства” є новим у вищій школі, покликаний поглибити ерудицію сучасної людини і розуміння людських справ для усвідомлення нею багатьох явищ і процесів. Однак наука – це не лише збір фактів, а й важлива світоглядна, теоретико-методологічна складова, яка поряд з духовністю наповнює скарбницю нашого життя. Її шляхами (артеріальними напрямками) слугують ідеї, або, як зазначив Карл Поппер: “не може бути історії ідей, яка виключала би історію наукових ідей” (К. Поппер, 1992).

Знання сучасного природознавства є необхідною передумовою культурної людини. Багато що в нашому житті пов’язане з науковою методологією та її принципами, а вони, відповідно, ґрунтуються на наукових даних, які віддзеркалені в теоріях, законах, моделях, гіпотезах, становлять узагальнення, припущення тощо. Усі названі поняття можна об’єднати словом “концепція”. Сучасна наука ґрунтується і на сучасних здобутках, і на здобутках минулого, що послугували базою подальшого її розвитку. Іншими словами, наука є цілісним явищем, що охоплює знання різного часу історії людини, у тому числі її історію, структуру і динаміку.

Знання ґрунтуються на наукових даних і необхідні будь-якому спеціалісту. А тому важливо опанувати сучасну природничо-наукову картину світу, основні принципи і методи дослідження в сучасному природознавстві для формування цілісного світогляду, синтезувати в одне ціле так звану гуманітарну і природничо-наукову культуру. Методологічним стрижнем курсу є еволюційно-синергетична парадиг-

ма, яка органічно поєднує принципи універсального еволюціонізму і самоорганізації в розгляді окреслених питань. Об'єктивність основ і закономірність розвитку світу дає природознавству, на відміну від інших наукових дисциплін, загальний цілісний погляд на явища і процеси.

На різних етапах історії наукового пізнання по-різному сприймали відношення між природничими і гуманітарними науками: і як процес диференціації наук, що є результатом розвитку наукових досліджень, і як виникнення якоїсь єдиної наукової дисципліни (єдиної науки), зближеної єдністю дослідницьких методів. Науки про природу можуть контролювати об'єктивність своїх результатів за допомогою експерименту. Про об'єктивне знання наук, про людину проблемно вести мову, оскільки досліджувана реальність породжується самим процесом дослідження. Якщо в науках про природу пояснюють факти, то в гуманітарних — їх інтерпретують людськими діями (метод герменевтики). Науки про природу дають змогу передбачити (прогнозувати), а завдання гуманітарних наук — забезпечити розуміння. Узагальнення в природничих науках виконують за допомогою теорії, тоді як у науках про людину робити узагальнення проблемно.

Аналіз історичних фактів – ніщо інше як раціональна репродукція, яка спирається на загальнонаукові методи. З одного боку, це пов'язано з появою ідеї про історичний характер самих природних законів (ідея глобального еволюціонізму) і загостренням екологічної ситуації, з іншого, – науки про природу мають справу з поясненням, а про людину – з розумінням як різновидом пояснення. Дослідник, що працює в науках про людину, описує події, аналізує соціальні та культурні структури, інституції та ін. Водночас сьогодні чимало спеціалістів у галузі природознавства починають розглядати природничі закони як історичні та змінні, іншими словами, – як локальні.

У кожній з цих, здавалося б, діаметрально протилежних наукових дисциплін свої схеми як абстрактні конструкти, вони й виражають будь-яке бачення й розпізнавання окреслень і форм, і в цьому плані охоплюють пізнання схематичне. Дослідник не може обійтись без інтерпретації схем. Пізнання й освоєння розуміння залежить від їхніх форм. Будь-який об'єкт – ідеальний чи реальний – може бути сприйнятий лише в формах чи рамках інтерпретації схем. Знання і дії перехреснюються, вони лише відмінні в поглядах. Втручання завжди залежить від інтерпретації. А інтерпретація, точніше – здатність інтерпретувати, залежить від того факту, як “реальні” структури світу впливають на наші органи чуття, способи і замовлення репрезентації.

Головна мета дисципліни – опанування студентами нового для них курсу, пов'язаного з концепціями та ідеями природничо-наукової картини світу, уміння синтезувати в єдине ціле природничі та гуманітарні здобутки науки, зокрема, вивчити основні принципи та методи дослідження, які використовують у природознавстві, формуючи природничо-науковий спосіб мислення, цілісний світогляд, адже чимало досліджень природознавства набуло загальнонаукового значення (наприклад, впровадження системного методу, синергетики, основ універсального еволюціонізму та інших принципів). Для студентів важливе усвідомлення іманентних принципів і закономірностей розвитку природи, отримання уявлень про найважливіші школи й напрями в розвитку природознавства. Важливим є вміння обґрунтувати світоглядну позицію в природознавстві, навчитися використовувати отримані знання для виконання професійних завдань, застосовуючи сучасні наукові методи.

Означеному розумінню мети і завдань курсу підпорядкована методологія і методика викладу матері-



алу та зміст роботи. Єдність та багатоманітність світу можна розкрити на підставі синтезу природознавства, філософії та суспільних наук. Важливим є використання науково-історичного та філософського підходів до пізнання розглянутих проблем, що сприяє висвітленню не лише результатів їхнього вирішення, а й відтворення самого процесу і шляхів у розвитку пізнання, які до них привели. Спробою пояснити єдність мікро- і макро- і мегасвітів утверджується принцип універсального еволюціонізму, який є домінантним у Всесвіті.

Крім того, природничо-наукова картина світу охоплює інтерпретації простору і часу як універсальних властивостей та специфічних якостей (фізичного) простору і часу на різних структурних рівнях організації матерії.

У посібнику розглянуто, крім астрономічної, фізичної, геологічної, також біологічну та хімічну форми організації матерії, що допомагає з'ясувати, як із простих форм організації матерії виникають складніші в складних механізмах еволюційного процесу. Особливо цінною ця ідея є в разі розгляду сучасних екологічних проблем, пов'язаних з ідеєю єдності людини і космосу.

Культура, як відомо, охоплює цінність, здобутки матеріальні та духовні. Сюди ж належить здатність людини названі цінності акумулювати, продукувати і використовувати. Культура включає все те, що створили руки і розум людини. Світ людської культури існує не поряд, а всередині особи.

У гуманітарній складовій раціональними аргументами неможливо будь-що довести. Людина, на відміну від природних тіл – зір, планет, атомів, молекул тощо, наділена свободою волі. Між людиною і природними об'єктами є певна схожість. Людина живе і в світі речей, і у світі символів та знаків.

Зазначений курс можна трактувати як систему, що закладає засади для об'єднання, і водночас для розрізнення законів про природу в цілісну природничо-наукову картину світу, систематизацію уявлень про неї для осмислення екологічних аспектів науково-технічних розробок і втілень. Власне, у тому цей предмет є новим у системі освіти.

Важливо ознайомити студентів з основними принципами і методами дослідження в сучасному природознавстві, сформулювати природничо-науковий спосіб мислення. Водночас природознавство, з одного боку, розглядають як плюралістичну, ніколи до кінця не пізнану дійсність; а з іншого, — як відкрити і незавершену в нашому безмежному пізнанні реальність. Більшість розділів має узагальнювальний характер. Єдність процесів диференціації та інтеграції особливо наочно виявляється у міждисциплінарних природничих, соціальних та гуманітарних науках. На особливу увагу заслуговують методологічні та світоглядні проблеми пізнання природи, панорами сучасного природознавства, порядок і хаос у природі, структурні рівні організації матерії, простір і час, методологічні принципи, принципи ентропії й еволюції, незворотність часу, самоорганізація в живій і неживій природі, принципи універсального еволюціонізму. Найважливішою ознакою науки, що визначає її форми, методи, закономірності розвитку, є націленість на наукове пізнання об'єктивної істини і доказовості знання.

Проаналізовано послідовність процесу виникнення і розвитку природознавства, поступового переходу емпіризму в теоретичне річище знань, емпіричне і теоретичне пізнання, їхню близькість і відмінність. Крім того, наукова методологія, наукові принципи притаманні багатьом видам діяльності, що вкотре підтверджує потребу їхнього знання. Результатами

наукових досліджень є теорії, закони, моделі, гіпотези, узагальнення тощо, одним словом – “концепції”.

Сутність природознавства можна зрозуміти глибше, якщо усвідомити його основи як єдиної цілісної науки в єдності та взаємозв'язку історії, теорії і методів дослідження. У ХХІ ст. утверджуються концепції постнекласичного природознавства з його цілісносинергетичною парадигмою, що вже у ХХ ст. слугувала надійною теоретичною базою для вивчення складних нелінійних систем. Саме в природничих науках сформувалися класичний, некласичний і постнекласичний стилі мислення й потреби вивчення концепцій сучасного природознавства (сукупності наук про природу). Міждисциплінарний підхід набуває дедалі більшого значення для єдиної науки про суспільство, природу і життя для єдності наукового знання, основою якого (знання та інтеграції знання) є єдність об'єктивної реальності, властивості та законів її розвитку на всіх структурних рівнях організації й у всіх формах руху. Одним із прикладів єдиної науки, її синтезу є синергетика, яка дає змогу по-новому поглянути на проблеми пізнання, історію та закон розвитку суспільства, закони коеволюції (сумісного розвитку) складних систем, їхнє співіснування тощо. Рівень сучасних наукових знань, кожний науковий напрям наближають до картини світу, а точніше – її аспекту. Отримуючи спеціальну освіту в тій чи іншій галузі знання, ми отримуємо розрізнені, однак детальніші знання, тоді як для утворення природничо-наукової картини світу цьому має сприяти нова наукова дисципліна, яка в нашому викладі має більш оглядовий і узагальнений характер та не замінює посібників з конкретних дисциплін.

Структура посібника така. Початковий розділ присвячений питанням загальної методології наукових

досліджень, принципам побудови наукових знань загалом, тобто організації його структури. В ньому розглянуто загальнонаукові категорії, терміни і поняття, окреслено головні сфери природознавства, висвітлено приклади основних загальнонаукових методів у їхньому зв'язку і взаємозумовленості, універсальний характер системного підходу.

Також розглянуто питання формування сучасних уявлень, витоки і головні етапи розвитку природознавства; розкрито основні концепції формування життя на нашій планеті, структуру біосфери та її основні елементи у взаємозв'язку, перехід у ноосферу через екологічну усвідомленість її членів.

У природознавстві, крім вузькоспеціальних, широко використовують загальнонаукові терміни і поняття, серед яких важливо виокремити: зв'язок, взаємозв'язок, рух, континуум, система, елемент, структура, функція, ентропія, інформація, порядок (система), хаос, буття, Всесвіт, універсум, субстанція, суть, основа, якість, річ, ціле, об'єкт, суб'єкт, природа тощо. Отже, посібник орієнтований на цілісність і взаємозв'язок, концепції ноосфери, синергетичного і планетарного мислення.

Крім того, у курсі "Концепції природознавства" розглядають основні світоглядні та методологічні принципи і проблеми сучасного природознавства, їхнє місце в загальнокультурній картині світу. Саме поняття концепція є складовою системи вихідних положень цієї науки й охоплює спосіб бачення об'єкта та предмета дослідження.

Концепція уособлює загальний підхід, основні ідеї, принципи опису та пояснення, загальну стратегію дослідження, а не тактичні конкретні розрахунки і результати. Власне, концепція є засадничою передумовою побудови теорії; до чого, зазначимо, прагне будь-яке наукове дослідження.

Природознавство об'єднує комплекс наук про “неживу” і “живу” природу, їхні системи (включаючи й людину) на різних структурних рівнях. Знання про навколишній світ окреслюються природничо-науковою картиною світу – складовою загальнолюдської культури.

У підготовці майбутніх фахівців з галузей природознавства не можна оминати засадничих наукових положень, методологічних чи світоглядних основ. Цілісну картину природи формують природничі, технічні, соціальні та гуманітарні науки. Системою взаємодії окремих наук є інтегративна природничо-наукова картина світу, пізнання цієї картини виражає диференціацію окремих складових у загальнофілософському вираженні досягнень науки про природу. У курсі “Концепції природознавства” зроблено спробу сформулювати методологію мислення через гуманітарні й природознавчі знання; у цьому ж курсі аналізують історичний процес розвитку природознавства, емпіричного і теоретичного знання у загальнонауковому процесі диференціації та інтеграції наук, проблему їхньої класифікації. У галузі сучасного природознавства крізь призму проблем про мікро-, макро- і мегасвіти розглядають питання спеціальної і загальної теорії відносності, кібернетики і синергетики та ін. Біологічна картина світу включає виникнення живого на Землі, концептуальні погляди на його походження, генетику та екологію, різновиди вчень про прогрес у живій природі. В аналізі питань походження людини висвітлюють сучасні уявлення про появу людини, її походження, свідомість і самосвідомість, нероздільне поєднання свідомості і мозку, свідомого і несвідомого.

Самостійній підготовці студентів сприятиме додана до кожного розділу рекомендована література – навчальна, наукова, науково-популярна, довідкова.

Зміст посібника склався в процесі викладання автором курсу “Концепції сучасного природознавства” для студентів-менеджерів і географів географічного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка.

У назві курсу свідомо опущено умовність сучасного, оскільки всі ті наукові дані, на яких ґрунтується сучасна наука без означення на минуле, сучасне чи майбутнє, вважають сучасними, вони створюють єдине ціле, що охоплює навіть давноминулі знання. Вони необхідні для побудови сучасних концепцій природознавства, з їхньою історією, структурою, динамікою. Знання сучасної науки виконують пізнавальну і практичну функції, а індивідуальна свобода людини визначена посиленням множинності вибору технічних засобів.

У пропонованому посібнику послідовно викладено навчальний матеріал та проблеми наукової дисципліни “Концепції природознавства”, зокрема, астрономії, фізики, хімії, геології, біології, географії, екології та ін. Розглянуті найважливіші здобутки перелічених дисциплін дають підставу усвідомити сутність природознавства як єдиної науки, висвітлити проблеми виникнення, еволюції і саморозвитку Всесвіту. У нескінченній різноманітності світу зроблено спробу осмислити єдність матерії, простору і часу, законів природи і гуманітарної сфери, міждисциплінарний синтез природничо-наукового і гуманітарного підходів до сучасного природознавства, його історію і основні концепції. Міждисциплінарний комплексний підхід стає дедалі важливішим для подальшого наукового розвитку і формування єдиної науки про природу і життя, людину і суспільство, природничо-наукову і гуманітарну складові пізнання.

Природничі й гуманітарні науки світоглядно і методологічно тісно пов'язані між собою, і цей зв'язок

особливо виявляється в часи наукових революцій – прояви і утвердження нових ідей, принципів і методів наукової діяльності.

Урешті-решт, якщо природодослідник і поставить питання про сенс науки, наприклад, історії, у якій можливі взаємовиключні оцінки одних і тих же подій, то, з іншого боку, задаймо собі питання: що важливіше для людини – знати, з яких клітин і тканин вона складена, чи те, у чому сенс її покликання та існування? Ліпше знати перше й друге, проте в цьому прикладі простежується розходження між природничою та гуманітарною галузями науки і культури. Проблема навіть не в тому, що важливіше і необхідніше, а в тому, що здобутки однієї з галузей, особливо природознавства, недостатньо втілюються в гуманітарні науки. Обидві вони мають відмінні знаменники, а саме – їхніх об'єктів, методів і зразків науковості. Усі різновиди наук можна об'єднати в “науки про природу” і в “науки про дух”. У природничих науках усі явища безсторонні до нас, ми їх умовно розділяємо на причини і наслідки, загальне й особливе, необхідне і випадкове. В природі наскрізь простежується причинна зумовленість і закономірна впорядкованість. Головна і визначально-засаднича категорія в науках природничих є пояснення, а в гуманітарних – розуміння. Явища духу, на відміну від явищ природи, що є зовнішнім фоном, внутрішньо дотичні до нас. Людське життя не зводиться лише до раціональних потреб, у душі людській, за словами поета “з журбою радість обнялись”, переплелися раціональне та ірраціональне. Тому в природничих науках істина є прийнятною за її доказовістю, а в гуманітарних (про дух) її тлумачать, а тому, може бути по-різному сприйнята й інтерпретована.

У природничих науках основним методом є узагальнювальний (універсальний з погляду виявлення

загальних ознак у явищах і процесах), а в гуманітарних – індивідуалізувальний (неповторний). Природничі науки покликані виявити закономірності, загальні ознаки в різноманітних явищах та процесах (генералізація, відбір та узагальнення ознак, явищ, процесів). Окремішність тут особливої ролі не відіграє.

На противагу природничим, у гуманітарних науках загальне ніби підпорядковане індивідуальному. Однак у реальному житті природничонаукова та гуманітарна культури пов'язані між собою, наприклад, у вирішенні проблем екології, генної інженерії (стосовно людини) та ін.

Основний засіб природничих наук – у їхніх методах наукового дослідження.

Учення про методи дослідження, їхню системну організацію називають методологією. Методологія природознавства, а саме – аналіз системи використовуваних методів, їхня еволюція, межі використання тощо, можуть слугувати предметом науки гуманітарного профілю.

Наука включає суб'єкт (учений, колектив учених) та об'єкт (стан буття, явища, їхня сутність, закони й випадковості реального світу). Конкретною частиною об'єкта наук є предмет наукового пізнання. Суб'єкт, об'єкт і предмет пов'язані з метою дослідження складною системою очікуваних результатів наукової діяльності. Формами науки є факти, гіпотези, проблеми, концепції та ін.

Зокрема, С. Рудницький зазначив, що “різниці між природними та гуманітарними науками є в головній мірі формальними”, оскільки одні й інші просліджують одне: природу в її двох основних виявах: “матеріальній і духовній” (С. Рудницький, 1920). Особливо такий підхід простежується в контексті вирішення проблеми ін-



теграції українознавчих наук (територія – людина – культура як спільний об’єкт дослідження). Застосовуючи природничо-географічний підхід, згаданий автор стверджував, що об’єктом вивчення як гуманітарних, так і природничих наук є природа в її матеріальному чи духовному проявах (відповідно пояснює такі поняття, як народ, нація, національна територія тощо), що, власне, є виявом мислення і прозорістю синтетичного погляду на світ.

На думку О. Топчієва, “традиційний поділ наук на природничі і суспільні, *принципова різноякісність природних і суспільних законів* є однією з ключових проблем сучасної загальнонаукової методології. *Поляризація культури і знання* завдає шкоди загальному поступу людства та розвитку самої науки. Вона протистоїть об’єктивній цілісності матеріального світу, єдності буття та законів його розвитку. В наш час різко посилились *інтегративні тенденції* в науці. Загальнонаукові та міждисциплінарні концепції й підходи набувають дедалі більшого поширення. Нині говорять вже про формування *єдиної науки про “життя – природу – людину – суспільство”* (О. Топчієв, 2006).

## РОБОЧА ПРОГРАМА

### 1. Анотація

Мета курсу “Концепції природознавства” – сприяти формуванню у студентів усвідомленого розуміння широкого кола природознавчих та гуманітарних ідей, логічного осмислення фундаментальних законів та їхніх зв’язків з природознавством (історією, філософією та землезнанням). Означену дисципліну можна розглядати як систему, що закладає основи для об’єднання розрізнених знань про природу і людське мислення в цілісну природничо-наукову картину світу, систематизацію уявлень про неї як соціоприродного і національного феномена.

Знання сучасних наукових концепцій природознавства, світоглядних і методологічних висновків є невід’ємною складовою загальнокультурної підготовки фахівців у будь-якій ділянці. Історія досягнень людського інтелекту, інтегральної діяльності і як результату, і як процесу тієї чи іншої епохи та культурного середовища є предметом дисципліни. В такому ракурсі концептуальне мислення є необхідним для студентів природничих і гуманітарних досліджень, воно сприятиме їхньому творчому розвитку. Крізь реконструкцію історичного минулого, інтерпретацію його спадщини переосмислюємо наново інтелектуальні прояви духу, розуму, стійкості, свободи та совісті особистості – невід’ємних атрибутів, які слугують передумовою набуття нових знань.

### 2. Зміст програми (загальна частина)

Об’єкт, предмет та завдання дисципліни “Концепції природознавства”. Природознавство в системі науки та культури. Наукова діяльність як соціокультурне явище: школи, напрями, інновації. Рівні методологічної свідомості: конкретна наука, загальнонаукова, філософська.

Становлення науки, її суть, основні риси та класифікація. Особливості та структура наукового пізнання. Пред-

метний аналіз (атрибути) науки, її об'єкти та суб'єкти. Форми і методи наукового пізнання (принципи, ідеї, гіпотези, закономірності, концепції, теорії, парадигми та ін.).

Шляхи розвитку науки і взаємодія знань, у тому числі диференціації та інтеграції. Наукові революції в історії природознавства. Метод, методологічні принципи та методологія науки.

Основні поняття і категорії природничих наук (рух, простір, час, континуальність, дискретність, ритмічність, категорії періодичність, циклічність і ритмічність у природознавстві, комплексність, системність, позиційність, симетрія – дисиметрія, стійкість – змінність, інваріант, цілісність – секторність, азональність – ярусність).

Моделі внутрішньої будови Землі. Геохронологічна таблиця історії її розвитку. Формування уявлень про земну поверхню: просторова диференціація та районування. Мобілістські ідеї Альфреда Вегенера та їхнє сучасне трактування в природознавстві.

Сучасне природознавство про мікро-, макро- і мегасвіти. Від мікро- до макросвіту (від фізики і хімії до геології і біології). Спектр світів у їхній багатоманітності, складності та єдності.

Проблема початку і кінця Всесвіту. Концепції зародження життя на Землі (ламаркізм, релятивізм, дарвінізм, регрес). Кібернетика і синергетика в природничо-наукових дослідженнях.

Найважливіші концепції у системі природничих дисциплін. Закони: всесвітнього тяжіння; збереження речовини та їхні прояви у природі; закони термодинаміки; зональності та азональності й ін. Вплив Космосу на земні процеси. Географічний детермінізм. Взаємодія людини і природи (концепція коеволюції).

Біологічне і соціальне в історичному розвитку людини. Генотип і фенотип. Проблеми збереження здоров'я і довговічності життя. Людина як особа (індивід) і особистість. Мозок і свідомість. Генетика та еволюційне вчення.

Уявлення про геосистему в сучасній природничій географії. Концепція простору (хорології) та її прикладний зміст. Нові дослідницькі підходи в ландшафтознавстві. Ноосферогенез як планетарне явище, світоглядні основи вчення Володимира Вернадського: ноосфера і реальність.

Ойкумена передісторичних та історичних епох. Загальний географічний розподіл людства за різними ознаками (індексами – мовою, расою, культурою, релігією). Глобальні проблеми сучасності. Просторово-часовий континуум українського етносу.

### **3. Зміст програми (спеціальна частина)**

Українські імена у світовій науці (відомі і невідомі). Історія становлення в Україні національної науки: Наукове товариство ім. Т. Шевченка (НТШ), Українське наукове товариство (УНТ) та Українська (Всеукраїнська) Академія наук (УАН, ВУАН) як осередки формування та розвитку національної наукової спільності. Деформація української науки наприкінці 20–30-х років ХХ ст. : монополізація та ідеологізація. Державне управління наукою як складова тоталітарної системи.

Мова сучасної науки: проблеми й перспективи; мова наукової творчості і мова наукової комунікації. Українська наука у посередництві чужих мов.

Українська географічна історіографія (Володимир Антонович, Михайло Грушевський, Степан Рудницький, Антін Синявський, Павло Тутковський та ін.). Національна педагогічна школа – родина: суспільство Григорія Ващенко та Василя Сухомлинського; вчення про амінокислоти Івана Горбачевського; особливості обміну білків у вченні Олександра Палладіна. Дослідження електричних розрядів у газах і природи катодних Х-променів Іваном Пулюєм; відкриття Сергія Подолинського. Нові методи зварювання у розробці Євгена Патона; перша напівпровідникова машина “адресної мови” Віктора Глушкова. Проблеми подальшого розвитку української науки.

Українізація як наскрізна проблема українського відродження. Міжнародна співпраця української географії (і картографії): світогляди на географію і ландшафтознавство.

Науки про ландшафт і їхні загальні підходи. Природне (географічне) середовище та його зміни. Еколого-ландшафтознавчі дослідження природокористування. Екологічний імператив у контексті етнонаціональних процесів. Поселенський ландшафт як інтегративна географічна система. Культура як функція творчості українського етносу в ландшафті. Еколого-географічні проблеми України та особливості формування її життєвого середовища.

## ПЛАНИ СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ І ЗАВДАНЬ ДЛЯ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ

Тема 1. Атрибутивні положення наукознавства. Теорія і метатеорія науки. Особливості та структура наукового пізнання. Закони як ступені пізнання. Наука. Наукове пізнання та наукове знання

1. Пізнання, істина, знання. Типологія знання. Еволюція географічного пізнання. Еволюція і революція в науці.
2. Сутність та критерії наукового знання. Шляхи розвитку науки. Форми взаємодії наукових знань.
3. Наукове пізнання і наукове дослідження (передумови, типологія, методи), стиль мислення (підґрунтя і складові).
4. Гіпотеза як імовірне знання. Особливості та функції гіпотези.
5. Пізнання як творчість; проблема істини. Межі наукового методу. Концепції та парадигми. Проблема реконструкції в історії науки.
6. Розвиток поглядів на завдання та межі географії.
7. Антропоцентризм та антропоморфізм, їхні особливості та основні положення.
8. Загальнонаукові методи емпіричного пізнання (спостереження, експерименти, вимірювання тощо).
9. Загальнонаукові методи теоретичного пізнання (абстрагування, ідеалізація, індукція, дедукція тощо).  
Методи емпіричного й теоретичного рівнів пізнання: аналіз і синтез, аналогія, моделювання та ін.
  - 9.1. Наукова картина світу: передумови формування, еволюція та ієрархічність.
  - 9.2. Парадигма землезнання (хорологічна, систематична, модельна, системна, екологічна, біоекологічна, геоекологічна).

10. Методологічні принципи (принцип історизму, генетичний, актуалізму, загального зв'язку явищ, принцип емерджентності).

### Тема 2. Еволюція і революція у природознавстві

1. Еволюція як кумулятивний шлях нагромадження знань.
2. Структура наукових революцій (за Т. Куном). Наукова революція як критерій періодизації історії природознавства.
3. Становлення класичного природознавства (наукова революція XVI–XVII ст.).
4. Становлення неklasичного природознавства (наукова революція кінця XIX–початку XX ст.).
5. Тенденції становлення постнеklasичного природознавства. Наука кінця XX–початку XXI ст. (постнеklasична наука: постмодернізм і наука).
6. Гуманізація як наскрізний проблемний напрям науки. Гуманістичний підхід у природно-географічних дослідженнях.

### Тема 3. Історія землезнання

1. Розвиток наукових уявлень про будову Землі (і Всесвіту). Сучасна наука, містицизм, релігія, метафізика.
  - 1.1. Геоцентризм.
  - 1.2. Геліоцентризм: перша наукова революція. Геліоцентрична система світу.
  - 1.3. Нестационарність Всесвіту (залежність його стану від часу і моменту спостереження).
2. Моделі внутрішньої будови Землі. Сучасні геохімічні моделі.
3. Формування уявлень про фігуру і розміри Землі.
  - 3.1. Становлення наукової космогонії (Іммануїл Кант). Друга наукова революція. Поява класичної механіки та експериментального природознавства.
  - 3.2. Механічна картина світу: третя наукова революція.

- 3.3. Четверта наукова революція: проникнення в глибину матерії. Теорія відносності і квантова механіка.
4. Сучасні напрями в фізичній географії (і ландшафтознавстві).
5. Історія географічної оболонки (геохронологія) і основні риси її будови.

Тема 4. Проблеми і перспективи українського інтелектуального середовища

1. Проблеми відродження, організації та розбудови української науки: методологічні розбіжності у Михайла Грушевського та Володимира Вернадського.
2. Наука в Україні та українська наука. Постаті та ідеї. Михайло Остроградський, Георгій Вороний, Мирон Зарицький, Михайло Кравчук, Володимир Левицький, Остап Стасів, Андрій П'ясецький, Олександр Смакула, Іван Феценко-Чопівський, Олександр Засядько, Юрій Кондратюк, Олександр Шаргей, Степан Тимошенко, Володимир Липський, Микола Пильчиков, Павло Тутковський, Антін Синявський, Михайло Туган-Барановський, Євген Слуцький, Остап Волощак, Микола Мельник, Іван Верхратський, Роман Залозецький, Юліан Медведський, Петро Франко та ін.
3. Суперництво та конкуренція в науці. Наукові парадигми і стереотипи.
4. Наукове співтовариство та організація науки. Наука кінця ХХ–початку ХХІ ст. (постнекласична наука).
5. Трансформація наукової системи і соціальні механізми науки. Національний статус науки.

#### Короткий огляд літератури

##### Основна

1. Аксиоми для нащадків : Українські імена у світовій науці : зб. нарисів / упоряд. і передм. О. К. Романчука. – Львів, 1991; 2-ге вид. 1992.



2. Гродзинський М. Д. Пізнання ландшафту : місце і простір : у 2 т. / М. Д. Гродзинський. – К., 2005.
3. Онопрієнко В. Наукове співробітництво : вступ до соціо-екології / В. Онопрієнко. – К., 1999.
4. Пащенко В. М. Методологія постнекласичного ландшафтознавства / В. М. Пащенко. – К., 1999.
5. Берг Л. С. Наука, ее содержание, смысл и классификация / Л. С. Берг. – Л., 1921.
6. Вернадский В. Избранные труды по истории науки / В. Вернадский. – М., 1981.
7. Кун Т. Структура научных революций / Т. Кун. – М., 1975.

#### Додаткова

1. Бачинський Г. О. Методичні рекомендації до викладання курсу “Соціоекологія” (“основи соціоекології”, “основи гармонізації суспільства та природи”) / Г. О. Бачинський. – Львів, 1995.
2. Рудницький С. До основ українського націоналізму / С. Рудницький. – Відень, 1920.
3. Франко І. З поля нашої науки // Повне збір. творів / І. Франко. – К., 1986. – Т. 46. – Кн. 2.
4. Возможности и границы познания. – М., 1995.
5. Заблуждающийся разум : многообразие всенаучного знания. – М., 1990.
6. Естественнонаучное познание: изменение методологических ориентаций. – К., 1993.
7. Поппер К. Открытое общество и его враги / К. Поппер. – М., 1992. – Т. 2.
8. Топчієв О. У пошуках сучасної парадигми географії / О. Топчієв // Укр. геогр. журн. – 2006. – №4.
9. Тютюнников Ю. Б. Концепции современного естествознания : учеб. пособие / Ю. Б. Тютюнников и др. – Харьков, 2005.
10. Холтон Дж. Тематический анализ науки / Дж. Холтон. – М., 1981.

## **ІСТОРІЯ ФОРМУВАННЯ ЗАГАЛЬНОЇ КАРТИНИ ПРИРОДОЗНАВСТВА**

Наука зародилася, як відомо, в античний період і відтоді нерозривно була пов'язана з філософією та існувала у формі натурфілософії як першої форми природознавства. Учені античного часу були енциклопедистами, поєднуючи у практиці гуманітарні й природничонаукові знання (експериментальні знання лише зароджувалися). В елліністичний період почалась спеціалізація наук, яка була здебільшого теоретичною, особливо математика (геометрія), астрономія, медицина. Методи спостережень, вимірювань, теоретичних узагальнень набули найбільшого розвитку. Етапи розвитку природознавства пов'язують з виникненням засадничих ідей у спеціальних науках, а революцій – з появою нових парадигм і світоглядів.

До середини XVIII ст. серед наукових дисциплін сформувалися фізика (механіка), математика й астрономія; розвиток біології та хімії припав на кінець XVIII–початок XIX ст., а геології та географії – ще пізніше – другу половину XIX–початок XX ст. Головним науковим центром античності був Александрійський Музейон, заснований у м. Александрія в III ст. до н. е. При Музейоні була велика бібліотека, що налічувала близько 750 тис. сувоїв, де були зібрані твори всього античного письменства, а також вищої школи, астрономічної обсерваторії, анатомічного театру та ін.

Давньогрецький період збігся з часом, коли наука стала системою знань (VI ст. до н. е.), її називали натурфілософією, оскільки тодішні вчені були одночасно й філософами, а їхні природничо-наукові ідеї – невіддільними від філософських ідей. Початки науки супроводжувались концептуальним хаосом.

Більшість дослідників сходиться на думці, що наука як соціальна інституція виникла в VII–VI ст. до н. е., а саме – між VI–IV ст. до н. е. у Стародавній Греції. Поява науки пов'язана з системністю й отриманням нових знань.

Першими науковими школами вважають мілетську (давньогрецьке місто Мілет, VI ст. до н. е.) та елейську (від м. Елея, що в Південній Італії, V ст. до н. е.). Одним з пріоритетних завдань мілетської школи були пошуки першооснови всіх речей, першопочатку чотирьох “стихій”: землі, вогню, води, повітря. Представники елейської школи не визнавали першопочаток суцього у вигляді певної субстанції – води, вогню тощо.

Давньогрецький філософ **Піфагор** сформував школу, у якій наукове пізнання проповідували як благо, а введені числа не залишалися абстрактними, вони містили різноманітні поняття. Світ, за уявленням ученого, складений з п'яти елементів – води, землі, вогню, повітря й етеру. Піфагорійцям належить теза про кулястість Землі та її обертання навколо Сонця. Крім того, Піфагор відстоював думку про переселення душ: душа поневолена тілом, у процесі самовдосконалення повертається до Бога; найбільшим злочином уважав анархію і хаос.

Античний математик **Евклід** (III ст. до н. е.) у праці “Початки” упорядкував і звів у систему всі математичні здобутки (впровадив метод аксіом як основу евклідової геометрії) – аксіоми Евкліда в геометрії. Учень Евкліда **Ератосфен** (275–194 рр. до н. е.) склав першу географічну карту й досить точно виміряв радіус Землі: у полудень 22 червня промені Сонця падають вертикально на поверхню Землі, від Александрії до Сієни (Асуану) – 5000 грец. стадій (800 км). Кут між вертикальним стовпом і променями тоді становить  $7^{\circ}2'$ . Справді, центральний кут, що спирається на дугу між Александрією і Сієною, також становить  $7^{\circ}2'$ . Дуга AC майже дорівнює відстані від Александрії до Сієни, –  $7^{\circ}2' / 360^{\circ} = 40\ 000$  км. Звідси  $R = 40000 / 2\pi = 6369,4$  км.

Математик і механік **Архімед** (287–212 до н. е.) обчислив значення числа  $\pi$  (відношення довжини кола до його діаметра),

увів поняття центра ваги й розробив методи його визначення для різних тіл, заклав основи гідростатики. Закон Архімеда: на будь-яке тіло, занурене в рідину, діє виштовхувальна сила, яка дорівнює силі тяжіння виштовхуваної тілом рідини, напрямлена вгору і прикладена до центра ваги витісненого об'єму. Архімед також винайшов пристрій для піднімання води на вищий рівень, балістичні знаряддя, запалювальні вогні та ін.

Філософські погляди Сократа (469–399 рр. до н. е.) дійшли до нас у формі бесід. Він уважав будову світу непізнанною, а тому дотримувався думки, що ліпше пізнати самого себе. Завдання знання – мистецтво жити.

Учень Сократа Платон (428–327 рр. до н. е.) висунув теорію безтілесних форм речей (“види” або “ідеї”). Ідеї – вічні, як і душа, тоді як матерія і простір – ні (тінь світу ідей). Джерелом пізнання є спогади безсмертної душі про світ ідей. Найбільшими цінностями Платон уважав істину, доброту і красу. Космос, на його думку, з'явився внаслідок творіння.

Раціональна і системна наука греків ставила за головну мету пізнання істини. Найбільший внесок зробила в математиці (“усе є число”) свого роду парадигма Піфагора. На підставі цієї хибної ідеї тогочасне природознавство дійшло висновку про необхідність використання математики як засобу пізнання світу.

У Стародавній Греції, як і згодом у Середньовіччі, найпоширенішою парадигмою в природознавстві вважали атомістику. Левкіпп (500–440 рр. до н. е.) і Демокріт (460–370 рр. до н. е.) уважали, що атом є неподільним і незмінним, а решта частин Всесвіту, не заповнена атомами, залишалася порожньою як передумова руху атомів.

Серед грецьких учених найвідомішим став Арістотель (384–322 рр. до н. е.); його творчий інтелект упорядковував предмети і речі навколишнього світу, систематизував і узагальнював, інтегрував, диференціював. Наприклад, науки він розділив на теоретичні, практичні (ті, що здобувають знання) та продуктивні (створять певні об'єкти). Важливим науковим досягненням

античності є “Логіка” Арістотеля, цінна в методологічному плані вибудова дедуктивного методу дослідження.

Арістотель обґрунтував космологічне вчення (геоцентричне бачення кулястої нерухомої Землі в центрі Всесвіту – геоцентрична система світу Арістотеля–Птолемея).

Земля, за Арістотелем, перебувала в центрі Всесвіту, а рух земних тіл відбувався прямолінійно, кругові рухи первинні, неперервні й безконечні. Такі погляди суперечать першому закону І. Ньютона, за яким кожне тіло саме по собі перебуває в стані спокою або прямолінійного руху зі сталою швидкістю. Швидкість і напрям руху можуть змінити зовнішні сили. Послідовники Арістотеля стверджували: рух земних тіл прямолінійний, і будь-яке кинуте тіло певний час рухатиметься горизонтально, а згодом падає вертикально (за Г. Галілеєм воно описує параболу).

Арістотель висловив думку, що форма буття і розвитку міститься в самій речі; запропонував формальну, матеріальну, діючу і цільову причини буття. Зрозуміло, що в ті часи існували далеко не всі природничі дисципліни і між ними не було точок дотику, не було експерименту, усі їхні пояснення ґрунтувалися на спостереженні та абстрактному мисленні.

За Арістотелем, матерія – вихідний субстрат кожної речі, яка складена з чотирьох стихій – землі, вогню, повітря і води, а також етеру. Простір заповнений матерією і не терпить пустоти. Тіло не може рухатися без зовнішньої сили. Уявлення Арістотеля про рух пов’язані з твердженням про пропорційність швидкості падіння тіла в середовищі до ваги тіла.

У біології Арістотель зібрав і класифікував багатючий матеріал, визначив життя як здатність до вдосконалення, до незалежного росту і розпаду, однак відкидав поняття еволюції.

Ідея класифікації є в основі формальної логіки Арістотеля. Він відкидав “ідеї”, “ідеальну державу” Платона (“Платон мені друг, але істина дорожча”).

На противагу ідеалізму Піфагора і Платона, Демокріт (460–370 рр. до н. е.) започаткував матеріалізм, він уважав, що матеріальною основою Всесвіту є атоми (вічні й неподільні), вони формують душу людини. Атоми і пустота – суть

світу. Джерело пізнання, стверджував Демокріт, є чуттєве сприйняття (нижчий рівень) і розум (вищий рівень).

Розвиток давньогрецької медицини пов'язаний з іменем **Гіппократа** (460–370 рр. до н. е.), який не лише надав медицині статусу науки, а й кожне явище намагався пояснити, знайти його причину, що потребувало точного діагнозу, а отже, детального й систематичного опису хвороб.

**Епікур** (341–270 рр. до н. е.) вивчав причини руху атомів (першопопштовху), відмінності у їхній вазі й формі, тобто на новому рівні відроджував ідеї атомізму.

Грецький астроном **Клавдій Птолемей** (бл. 90–168) висловив гіпотезу про геліоцентричну побудову світу, яка проіснувала понад тисячу років.

Пізнання нових земель, пов'язане з торгівлею та війнами, сприяло розвитку географії. Справжньою подією античного світу була поява праці **Страбона** (63 р. до н. е. – 23 р. н. е.) “Географія” в 17 томах – енциклопедії географічних знань античного світу. В середині II ст. до н. е. географічні свідчення узагальнив **К. Птолемей**, основною працею якого стала “Математична система” (13 книг), що збереглася в арабському перекладі “Аль-магест”. У цій книзі узагальнено й систематизовано всі попередні значення античних астрономів, описано відомі тоді п'ять планет – Меркурій, Венера, Марс, Юпітер, Сатурн. Каталог Птолемея в “Аль-магесті” налічує понад 1 000 зір, поділених на класи за блиском і кольором.

Природознавчі погляди представлені у працях **Луція Сенеки** (6 р. до н. е. – 65 р. н. е.), римського імператора **Марка Аврелія** (121–180) та інших філософів.

Після падіння Західної Римської імперії у 476 р. Східна – Візантія (з 325 р.) – існувала ще понад тисячоліття, зберігаючи спадщину античності. Торгові зв'язки Візантії досягали Індії, Цейлону, Китаю. Візантійські мандрівники мали знання з географії, ботаніки, зоології, топографії, викладені в праці **Косми Индековлефта** “Християнська топографія” (VI ст.).

Розвиток ісламської державності в VIII–XII ст. сприяв формуванню великих наукових і культурних центрів.

Астроном і математик Мухаммед Аль-Хорезмі (бл. 780–бл. 850) удосконалив прилад для визначення положення небесних світил (астролябію). Він стверджував про кулеподібну форму Землі, імовірність обертання Землі навколо Сонця, уперше виділив алгебру як самостійну науку, спричинився до поширення індійської позиційної системи запису чисел. Філософ і поет Омар Хаям (бл. 1048–бл. 1122) писав вірші мовою фарсі, а наукові праці – арабською, очолював астрономічну обсерваторію, опрацював проект досить точного календаря, відмінного від григоріанського, виклав розв’язування алгебричних рівнянь до третього степеня включно.

У IX ст. країни Арабського Халіфату займали простір від Піренеїв і Північної Африки до Закавказзя і Середньої Азії. У них розвивалися землеробство, початки геодезії, математики, військової справи, астрономії, географії. Арабськими мовами були перекладені праці грецьких учених (Арістотеля, Птолемея, Архімеда). Арабські вчені значно збагатили астрономію і математику. Зокрема Ал-Батані (бл. 850–929) уточнив дані К. Птолемея, виконав обчислення і склав таблиці з тригонометричними функціями, увів поняття “синус” (sinus) у “Книзі з астрономії”.

Хорезмійський учений-енциклопедист Ал-Біруні (973–бл. 1050) сконструював чимало експериментальних приладів, написав десятки праць з геодезії, математики, історії і лінгвістики, допускав імовірність руху планет навколо Сонця, пояснив причину місячних фаз. Його учень Абу Алі Ібн Сіна (бл. 980–1037), відомий у Європі як Авіценна, є автором відомої праці “Канон лікарської науки”.

Арабські вчені заклали основи географічних уявлень про Азію та Північну Африку (“Книга доріг і королівств” IX ст.), пізніше узагальнені в багатотомному “Словнику країн”, виданому в 1224 р.

Інший середньоазійський учений і державний громадський діяч Улугбек (1394–1449) у праці “Нові астрономічні таблиці” виклав теоретичні засади астрономії, уклав таблиці руху планет, визначив положення понад тисячі зір.

З VI ст. у Європі при монастирях і церквах діяли школи, які забезпечували відповідний рівень освіти. Дещо пізніше почали викладати арифметику, геометрію, музику, астрономію. З монастирських шкіл пізніше відокремились університети: Болонський (1119), Паризький (1150), Оксфордський (друга половина XII ст.), Кембріджський (1209) та ін. Заняття вели латинською мовою.

Значний внесок у розвиток математики зробив **Леонардо Пізанський (Фабоначчі)** (1180–1240). Він виклав методи розв'язування невизначених квадратних рівнянь, узагальнив дані планіметрії і стереометрії, використав арабську алгебру й індійське числення, написав узагальнювальний математичний трактат “Книгу абака”.

Французький дослідник **Роджер Бекон** (1214–1292) книгу “Про досвідну працю” присвятив проблемам експерименту у фізиці й оптиці. Він уважав швидкість світла скінченною, а світло розглядав не як потік частинок, а як поширення руху, що близьке за змістом до хвильової гіпотези.

Технічні досягнення такі: з'явилися водяні та вітряні млини, морський компас, папір, окуляри, порох, зброя (мушкети), гармати, механічний годинник, друкарський верстат з рухомим шрифтом (у Європі він з'явився у XV ст.). Окуляри (лінзи) послугували основою для створення оптичних інструментів – телескопа, мікроскопа.

Європейське Відродження охоплює період XV–XVI ст. Його ознакою був гуманізм, прагнення до духовних цінностей античного світу. Наука стала творчою, активно багатогранною, енциклопедичною, вона увібрала в себе мистецькі цінності. З цією епохою пов'язана творчість **Леонардо да Вінчі** (1452–1519), **Вільяма Шекспіра** (1564–1616), **Мігеля де Сервантеса Сааведра** (1547–1616) та ін.

Такі полотна Леонардо да Вінчі, як “Темна вечір”, портрет Мони Лізи (“Джокконда”), залишилися шедеврами образотворчого мистецтва. Його винаходи – різного роду верстати, ткацькі машини, парова гармата, музичні інструменти, гідравлічні й меліоративні пристосування, вдосконалення конструкції шлюзів. Він запропонував універсальну фізичну



концепцію хвильового руху, згідно з якою звук, світло, магнетизм, запах і навіть думка поширюються хвилями; побудував модель літального апарата, який працював за допомогою вітру, велику вагу відводив експерименту, взаємовідношенням між теорією і практикою.

Голландський учений **Симон Стевін** (1548–1620) будував свої виклади на підставі постулатів та аксіом, як і в працях Архімеда чи Евкліда. Для розв'язування фізичних задач він використовував математичні і геометричні методи; наприклад, для визначення умов рівноваги на нахиленій площині вивчав проблеми гідростатики і фортифікації.

Наука поставила головним завданням отримання нових знань про природу, суспільство, мислення. Головними функціями науки є спостереження (і, відповідно, розподіл спостережуваних явищ), описовість (виокремлення суттєвих ознак, відношень і властивостей об'єктивної дійсності), пояснення (систематичний виклад досліджуваного явища, спроба з'ясувати його генезис і розвиток), практика (можливість застосувати здобуті знання у виробництві). Крім цих ознак, на увагу заслуговує прогностична функція в науці (для передбачення і рекомендації), світоглядна, культурна та ін.

Критерієм наукового знання стала системність (узгоджена внутрішня єдність та структурність елементів). Наукове знання завжди є системою з вихідними принципами, поняттями і знаннями.

Значні досягнення, отримані природничими науками, зумовлювали потребу і водночас створювали можливість їхнього філософського осмислення й обґрунтування нових методів.

Зокрема, **Френсіс Бекон** (1561–1626) обґрунтував емпіричний метод вивчення природи. На його переконання, основа істинного знання – тільки досвід; учений зобов'язаний виконати спостереження, перевірити їхню точність, а потім шляхом узагальнення (індукції) цих спостережень робити загальні висновки.

Філософська система **Рене Декарта** (1596–1650) ґрунтується на раціоналізмі. Р. Декарт був видатним математиком,

основоположником аналітичної геометрії (до речі, саме він увів в алгебрі звичні для нас позначення невідомих –  $x$ ,  $y$ ,  $z$ ). Головним у пізнанні, на його думку, є не досвід, а розум – раціональне, суворе логічне міркування. Зразком для всіх наук Р. Декарт уважав математику з її строгими доведеннями. В ясності і чіткості думки, а не в практиці він бачив критерій істини, головний шлях до якої – наукова гіпотеза. Знамениті його вислови: “Мислю – отже, існую”, “У всьому сумнівайся”. Р. Декарт був переконаний, що навколишній світ, який складається з постійно рухомих найдрібніших часток, є матеріальним.

Найбільших результатів досягали вчені, які поєднували експеримент і наукову гіпотезу, спостереження і математичне узагальнення.

На підставі численних астрономічних спостережень і розрахунків Миколай Коперник (1473–1543) створив нову геліоцентричну систему світу. Геоцентрична система світу Птолемея з Землею в центрі Всесвіту проіснувала більше 13 сторіч. Геліоцентрична теорія М. Коперника викладена в знаменитій праці “Про обертання небесних сфер” (1543), у якій розглянуто рух Землі та її місце в Сонячній системі та Всесвіті, трактати з тригонометрії, елементи сферичної астрономії з каталогом 1025 зір, видовий рух Сонця, теорію руху Місяця, його затемнення. В кінцевих частинах (праця складається з шести книг) ідеться про видимий рух планет і з погляду нової теорії описано їхній рух. Геліоцентрична система викладена в першій книзі. Рух планет М. Коперник уважав рівномірним і коловим\*<sup>1</sup>.

Прихильником і послідовником учення М. Коперника був італієць Джордано Бруно (1548–1600). Він стверджував про існування безконечної кількості світів і про те, що Сонце змі-

---

\* До речі, під час навчання М. Коперника у Ягеллонському університеті астрономію там викладав Юрій Дрогобич (Котермак), який народився у м. Дрогобич на Львівщині, закінчив Болонський університет, був його ректором. Ю. Дрогобич перший серед східних слов'ян автор друкованої книги латинською мовою – “Прогностика на 1483 рік”. Помер 1494 р. у Кракові.

нює своє положення відносно зір, а земна атмосфера обертається разом з Землею, зазнаючи завихрення. Стрижневою ідеєю Дж. Бруно є положення про матеріальну єдність Всесвіту (світів як планетарних систем).

Природознавство Нового часу привело до наукової революції XVII ст.: створення класичної механіки та експериментального природознавства.

Новий час охоплює період з XVII до XIX ст. Найвидатнішими його представниками в галузі природознавства були Г. Галілей та І. Ньютон.

Галілео Галілей (1564–1642) творчо переосмислив наукові здобутки в астрономії, математиці, фізиці та механіці, особливо праці Евкліда, Архімеда та ін. Він відкрив, що період коливання маятника не залежить від його маси й амплітуди коливань (це дало змогу використати маятник у приладах для вимірювання часу); з'ясував залежність між періодом коливань маятника і його довжиною. Г. Галілей заперечив твердження Арістотеля про пропорційність швидкості падіння до ваги тіла. Він винайшов термоскоп (попередник термометра), відкрив закони руху, провів значні астрономічні дослідження. Тепло і холод учений уважав властивостями однієї матерії. Побудований у 1609 р. телескоп дав змогу розвінчати арістотелівську картину світу й утвердити коперниківську. Г. Галілей побачив поверхню Місяця, виявив супутники у Юпітера; працюючи в Арчетрі поблизу Флоренції, підготував наукову працю “Діалог про дві головні системи світу – Птолемеєву і Коперникову” (1632). У “Діалозі” висунуто два основні принципи механіки – принцип інерції та принцип відносності. Перший принцип обґрунтований щодо тіла, яке рухається по необмеженій горизонтальній площині (тіло здійснює рівномірний рух). А другий принцип стверджує, що всі процеси в природі відбуваються однаково в будь-якій інерційній системі відліку. І зовсім не має значення, якою є ця система – нерухома чи рухома та рухається рівномірно і прямолінійно.

Доказом руху Землі Г. Галілей помилково вважав припливи і відпливи. Гіпотезу Й. Кеплера про місячне і сонячне

притягування як причину припливів і відпливів він називав необґрунтованою.

Одні з останніх наукових дослідів з механіки Г. Галілей проводив з Еванджеліста Торрічеллі (1608–1647). Дослід Е. Торрічеллі втілено в гідростатиці та пневматиці. У 1644 р. він провів дослід зі скляною трубкою, що була з одного кінця запаяна і заповнена ртуттю та опущена в чашку зі ртуттю. Його висновок такий: сила, яка утримує ртуть, походить ззовні. Стовпчик ртуті урівноважує вага зовнішнього повітря – простір у трубці над ртуттю є порожнім. Туди він час від часу запускав воду. Подібні досліді виконав Блез Паскаль (1623–1662) і дійшов висновку, що тиск, спричинений зовнішніми силами на поверхні рідини, передається рідині однаково в усіх напрямках. Крім того, Б. Паскаль виявив зміни рівня ртуті залежно від рівня висоти (барометричне нівелювання) і те, що з висотою висота рівня ртуті знижується.

Англійський медик Вільям Гарвей (1578–1657), який працював в Італії, відкрив велике коло кровообігу і створив суцільну теорію кровообігу – основу подальшого розвитку фізіології людини.

За допомогою мікроскопа А. Левенгук відкрив мікроорганізми, у тому числі бактерії, М. Мальпігі вивчив будову шкіри, легень, нирок, створивши мікроскопічну анатомію.

У математиці утверджувалася сучасна знакова система (за цього дії описували громіздкими фразами), складено перші логарифмічні таблиці.

Досліди з повітряною помпою проводив винахідник Отто фон Геріке (1602–1686), опісля – Роберт Бойль (1627–1691), відомий дослідник газових законів. Р. Бойль провадив досліді з “торрічеллієвою” порожністю, досліджував замкнуті об’єми повітря за різних тисків, увів слово “барометр”. Висновані Р. Бойлем досліді викладені у праці “Нові фізико-механічні досліді” (1660), у якій доведено, що в порожнечі не горить вогонь, нагріта вода в порожнечі закипає, у порожнечі поширюється світло та ін. Р. Бойль відкрив газовий закон, згідно з яким пружність повітря обернено пропорційна

до його об'єму. Цей закон повторив Е. Маріотт (1620–1684) у праці “Про природу повітря”, тому закон називають – законом Бойля–Маріотта. На початку 1660-х років Р. Бойль висунув ідею про хімічний “елемент” (на противагу алхімікам про “стихію”). Він один з небагатьох учених того часу мав правильне уявлення про природу тепла, пояснюючи її рухом частин речовини.

Особливе місце в науці посіла оптика, хоча б тому, що світло відіграє особливу роль у мега- та мікросвіті. Здобутки, отримані під час вивчення оптичних явищ, методів і засобів, мають світоглядне значення. Від початків XVII ст. з появою оптичних систем, оптичного приладобудування поступово приходило розуміння відмінностей уявлень про світло і зір. Оптичні експерименти стали невіддільною складовою теоретичних проблем фізики, проблем швидкості, природи світла, швидкості його поширення, відкриття дифракції – відхилення світла, порушення прямолінійності його поширення в разі взаємодії з перешкодами, обґрунтування визначальних принципів оптичної теорії. Хрiстiанс Гюйгенс (1629–1695) у праці “Трактат про світло” (1690) довів струнку хвильову теорію світла, розглянув механізм його поширення. Панівна на той час корпускулярна теорія не могла пояснити, чому пучки променів, що перетинаються, не взаємодіють, якщо вони складаються з окремих частинок. Згідно з корпускулярною теорією, світло, є потоком частинок (корпускул), що виходять із джерела світла в усіх напрямках і рухаються прямолінійно з величезною швидкістю. Учений висунув принцип хвильового поширення світла, згідно з яким кожна точка етеру, як тільки до неї доходить збурення, сама стає центром нової хвилі. Цей принцип дав змогу пояснити закони відбивання і заломлення.

Зазначимо, що досліди І. Ньютона з оптики узагальнені в його праці “Оптика” (1704), у якій розглянуто питання відбивання, заломлення, дисперсії світла (розкладання на колір), питання райдуги і телескопа. І. Ньютон відкрив концепцію дії сил у природі, отримав фізичні закономірності на підставі експериментальних даних.

Ньютонівські відкриття у природознавстві і його метод дослідження потребували теоретичного узагальнення і математизації знань – диференціального та інтегрального числення, які він і незалежно від нього **Готфрід Вільгельм Лейбніц** (1646–1716) створили. Г. Лейбніц, як, до речі, Й. Кеплер, захоплювався математикою, зокрема, обчисленням безмежно малих величин. В оптиці Г. Лейбніц опрацював метод визначення відстаней за перспективними зображеннями, створив нову модель окулярів, він увів символи і термінологію – “функція”, знаки диференціала та інтеграла, “координати” та ін.

Австрійський астроном і математик **Йоганн Кеплер** (1571–1630) визначив три закони руху планет навколо Сонця. У першому стверджено, що кожна планета рухається по еліпсу, в одному з фокусів якого є Сонце. Згідно з другим, радіус-вектор, проведений від Сонця до планети, за однакові проміжки часу описує однакові площі. За третім законом, квадрати періодів обертання планет навколо Сонця співвідносяться як куби їхніх середніх відстаней від нього. Цими законами обґрунтовано рух планет навколо Сонця, хоча Й. Кеплер не пояснив причин руху. Це зробила ньютонівська механіка, увівши поняття сили і взаємодії. Крім того, Й. Кеплер розробив теорію сонячних і місячних затемнень, уточнив відстані між Землею і Сонцем.

Отже, працями Г. Галілея та І. Ньютона закладено засади механічного світобачення.

До відкриттів фізиків долучилися біологи. Зокрема, **Карл Лінней** (1707–1778) запропонував класифікацію рослинного і тваринного світу (“Система природи”); означив рослин і тварин двома латинськими назвами (одне з них – родове, інше – видове). Наприклад, людина латиною – *Homo sapiens*, тобто людина розумна. Таку ідею К. Ліннея назвали бінарною. Проте, використовуючи метафізичний метод, К. Лінней уважав незмінними види рослин і тварин. **Грегор Мендель** (1822–1884) відкрив закони спадковості, схрещуючи насіння гороху впродовж восьми років.

**Луї Пастер** (1822–1895) довів існування бактерій у просторі (атмосфері), які можна руйнувати високою температурою. Праця **Чарльза Дарвіна** (1809–1882) “Походження видів шляхом природного відбору” (1859) стала спробою з’ясування місця людини в органічному світі.

Наукову революцію XVIII–XIX ст. започаткували праці німецького вченого і філософа **Іммануїла Канта** (1724–1804), зокрема “Загальна природнича історія і теорія неба” (1755), у якій висунуто гіпотезу походження Землі та Сонячної системи з туманності.

Природознавство у XVIII ст. швидко просувалося вперед. Вражає навіть неповний перелік зроблених відкриттів. **Шарль Кулон** (1736–1806) поставив експерименти в галузі електростатики, **Алессандро Вольта** (1745–1827) сконструював першу електричну батарею. **Антуан Лавуазьє** (1743–1794) пояснив природу горіння й окиснення, склав перший перелік хімічних елементів. **Інокентій Гізель** (1600?–1683), ректор Києво-Могилянської академії, в 40-х роках XVII ст. сформулював, а у XVIII ст. **А. Лавуазьє** та **Михайло Ломоносов** (1711–1765) експериментально довели закон збереження матерії.

Зближення науки і практичних потреб людини, яке намітилося ще в епоху Відродження, наприкінці XVIII ст. вийшло на якісно новий рівень. Наприклад, якщо раніше медицина вирішувала завдання ефективного лікування, то з появою вакцини проти віспи давала змогу взагалі уникнути хвороби. Наукові відкриття, втілені в техніці, починали використовувати у виробництві. Винахід механічної прядильної машини і ткацького верстата поставив питання про універсальний двигун (парова машина **Д. Ватта** (1784)). Причому **Джеймс Ватт** (1736–1819), відразу ж зрозумів значення свого винаходу для всієї промисловості, а не лише для приватних цілей.

Нові методи у природознавстві привели до появи нового погляду на природу загалом і конкретні результати зокрема.

Філософія, як ніколи, привернула суспільну увагу, стала символом століття. Загальним для просвітників було схиляння перед людським розумом, віра в його перетворювальну силу.

Розвиток природознавства в XVIII–XIX ст. пов'язаний з процесом теоретизації наук про природу, а з другої половини XVIII ст. дедалі більше усталювалися ідеали еволюційного розвитку явищ природи. У другій половині XIX ст. російський хімік А. Бутлеров сформулював основні положення теорії хімічної будови молекул, у 1869 р. Д. Менделєєв відкрив періодичний закон хімічних елементів, згідно з яким властивості елементів залежать від внутрішньої будови атомів.

Варто згадати про геодезичні дослідження. У XVIII – на початку XIX ст. геодезичні праці набули важливого значення. У них уточнювалася і збагачувалася методика геодезичних знімань (триангуляція). На місцевості визначали точну довжину якоїсь основної лінії, від якої територію, яка підлягала геодезичному зніманню, покривали сіткою трикутників. Однією з найважливіших проблем картографії була побудова ліпшої проекції Землі (математичний спосіб передання кривини поверхні Землі на площині). Геодезична діяльність перепліталася з математикою і прикладною геометрією, побудовою неевклідової геометрії (Карл Гаусс (1777–1855), Микола Лобачевський (1792–1856), Янош Бояї (1802–1860)). Геодезичні роботи також тісно пов'язані з вивченням земного магнетизму, магнітного поля Землі та змін, зумовлених ними.

У 1822 р. з'явилася класична праця Жана Батіста Жозефа Фур'є (1768–1830) “Аналітична теорія тепла”, у якій вчений вивів диференціальне рівняння теплопровідності (за Ж. Фур'є) та опрацював методи його інтегрування. Крім того, він запровадив розклад функцій у тригонометричний ряд.

Згідно з гіпотезою І. Канта (цю гіпотезу прийнято називати небулярною), планети та їхні супутники виникли з безформеної туманної маси, яка колись рівномірно заповнювала простір. Сам процес появи Сонячної системи він пояснював дією сил тяжіння. Під впливом притягання з тих частин утворилися окремі нагромадження, згущення (центри притягання), з яких виникли планети Сонячної системи і Сонце.

Наприкінці XVIII ст. математик і астроном П'єр Симон Лаплас (1749–1827) незалежно від І. Канта розвинув і допо-



внив кантівське космологічне вчення. На думку К. Лапласа, навколо Сонця існувала газова маса (подібно до атмосфери), яка, охолоджуючись, утворила ядро планети, з газопилуватого стану перейшла в рідкий і врешті почала застигати. В науці це вчення отримало назву космогонічної гіпотези Канта–Лапласа.

Подальші дослідження, наприклад, у геології **Чарльза Лаєля** (1797–1875) – праця “Основи геології” у трьох томах, у біології Ч. Дарвіна – “Походження видів унаслідок природного відбору” та інші, привели до утвердження ідеї розвитку як умови існування явища або виду. Цю ідею підтверджувала клітинна теорія **Матіаса Якоба Шлейдена** (1804–1881), який виявив, що всі рослини складаються з клітин, а **Теодор Шванн** (1810–1882) поширив це вчення і на тваринний світ.

Перетворення енергії досліджували німецький лікар **Юліус Роберт Маср** (1814–1878), англійський дослідник **Джеймс Прескотт Джоуль** (1818–1889), які відкрили закон збереження енергії для немеханічних явищ, а також знаменитий фізик **Герман Людвіг Фердинанд Гельмгольц** (1821–1894), який пов’язав цей закон з доказом того, що неможливо створити вічний двигун. Стала очевидною можливість переходу однієї форми енергії в інші. Отже, у фізиці XIX ст. були введені поняття матерії та енергії, кожна з яких підпорядкована закону збереження. Щойно з появою спеціальної теорії відносності А. Айнштейна з’ясували, що матерія та енергія – різні міри однієї фізичної сутності.

Концепцію цілісного розуміння природи опрацьовували видатні вчені **Дені Дідро** (1713–1784) та **Жан Лерон Д’Аламбер** (1717–1783).

Французький військовий інженер **Шарль Огюст Кулон** (1736–1806) виявив, що позитивні і негативні електричні заряди притягуються одні до одних з силою пропорційною до величини зарядів і обернено пропорційною до квадрата відстані між ними. Йому вдалося з’ясувати, що дія магнітних сил також підпорядкована закону зворотних квадратів. Учений довів, що електричні заряди поширюються по поверхні провідника. Після цього жваво розпочалися дослідження

електричних і магнітних явищ. Зокрема, англійський фізик **Майкл Фарадей** (1791–1867) запровадив у фізиці поняття електромагнітного поля, довівши прямий зв'язок між електрикою і магнетизмом як силами природи. М. Фарадей у 1831 р. відкрив явище електромагнітної індукції; йому належить відкриття законів електролізу та магнітооптичних явищ.

Пізніше А. Айнштайн зазначив: М. Фарадей як учений передбачив і розпізнав, що в описі електричних явищ не заряди і не частинки описують суть явищ, а швидше простір між зарядами і частинками. Надалі це дало змогу з'ясувати, що електрика і магнетизм мають динамічний, а не статичний зв'язок. На цьому принципі будують електричні машини – генератори струму й електродвигуни.

Під впливом ідей теорії електромагнітного поля М. Фарадея почав роботу й англійський фізик **Джеймс Кларк Максвелл** (1831–1879) (“Про фарадеївські силові лінії”). Він відстоював принцип передавання взаємодії матеріальних тіл через середовище. За Д. Максвеллом, “електромагнітне поле – це частина простору, яка містить у собі й оточує тіла, що перебувають в електричному або магнітному стані”. Етер як особлива матерія наділений здатністю отримувати і зберігати енергію. Основною працею Д. Максвелла в електромагнітній теорії поля стала “Динамічна теорія електромагнітного поля”.

Якщо М. Фарадей використав чисто фізичні уявлення, практично без математики, то Дж. Максвелл вивів систему рівнянь, що описують електромагнітні явища, використав гідродинамічні моделі і моделі теорії пружності, спираючись на відповідний математичний апарат. Теорія Дж. Максвелла довела існування електромагнітних хвиль, висвітлила їхню природу і була продовжена дослідженнями німецьких фізиків Г. Гельмгольца та **Генріха Герца** (1857–1894). Г. Герц експериментально довів існування електромагнітних хвиль, теоретично передбачених Дж. Максвеллом. Він спостерігав явища відбиття, заломлення, інтерференції, дифракції, поляризації, довів ідентичність властивостей електромагнітних

хвиль з тими, що впливали з теорії Дж. Максвелла. Г. Герц також довів принципову тотожність електромагнітних змінних і світлових хвиль. Усе це привело до поступового усунення механічної картини світу.

Р. Майєр першим сформулював закон еквівалентності механічної роботи і теплоти та розрахував механічний еквівалент теплоти (1842). Д. Джоуль експериментально підтвердив припущення про те, що теплота є формою енергії, і визначив міру перетворення механічної роботи в теплоту. М. Гельмгольц у 1847 р. математично обґрунтував закон збереження енергії в термодинаміці, довівши його загальний характер. Кожен з названих учених – авторів закону збереження енергії – йшов своїм шляхом. Р. Майєр відштовхувався більше від загальних положень, пов'язаних з аналогією між “живою силою” (енергією), що одержували тіла під час падіння відповідно до закону всесвітнього тяжіння, і теплою, яку віддавали стиснуті газу. Д. Джоуль опирався на експерименти щодо виявлення можливості використання електричного двигуна як практичного джерела енергії (ця обставина й змушувала його задуматися над питанням про кількісну еквівалентність роботи і теплоти). Дещо іншого підходу дотримувався М. Гельмгольц. Він відкрив закон збереження енергії, намагаючись застосувати концепцію руху тіл І. Ньютона, що перебувають під впливом взаємного тяжіння. М. Гельмгольц обґрунтував висновок, що сума сили і напруги (тобто кінетичної і потенціальної енергії) стала і є формулюванням закону збереження енергії в його найбільш загальному вигляді. Власне, це велике відкриття ХІХ ст. довело, що механічна робота, електрика і теплота – різноманітні форми енергії. Відтоді вся людська діяльність загалом, у тому числі промисловість, транспорт, освітлення і навіть саме життя розглядали з погляду енергії.

Ідею другого закону термодинаміки вперше сформулював Саді Карно (1796–1832) 1824 р. Природа теплоти тоді була недостатньо вивченою, однак його результати мають фундаментальне значення і тепер. Він сформулював принцип, згідно з яким максимальний термічний коефіцієнт корисної дії

теплової машини не залежить від робочої речовини і повністю визначений граничними температурами нагрівника і холодильника. Другий закон термодинаміки визначає напрям термодинамічних процесів та максимально можливі межі перетворення теплоти в роботу в разі колових процесів (циклів).

У середині XIX ст. Р. Клаузіс і В. Томсон, розвиваючи ідеї С. Карно, виявили, що його принцип не впливає з першого закону термодинаміки. Вони запропонували два інші, еквівалентні, але трохи ширше сформульовані постулати, які й стали класичними формулюваннями другого закону термодинаміки. Другий закон термодинаміки, як і перший, є узагальненням дослідних даних.

Р. Клаузіс другий закон термодинаміки визначив так: теплота не може сама собою переходити від менш нагрітого тіла до більш нагрітого. Це формулювання передбачає принцип, згідно з яким неможливе теплоперенесення з нижнього температурного рівня на вищий як єдиний результат сукупності можливих самовільних процесів без одночасної наявності певних змін у природі. В доповнення до означеного принципу В. Томсон додав таке формулювання: не можна побудувати машину, що діє періодично, яка б безперервно перетворювала теплоту в роботу тільки внаслідок охолодження одного тіла, без того, щоб у навколишніх тілах не відбувалося одночасно певних залишкових змін. У “машини, що діє періодично” робоче тіло здійснює цикли, отже, воно внаслідок циклу не зазнає ніяких змін: якби можна було побудувати таку теплову машину, то вона працювала б унаслідок охолодження атмосфери, земної кори, води морів та океанів, тобто завдяки практично невичерпним джерелам енергії. Таку гіпотетичну теплову машину вдало названо вічним двигуном другого роду (В. Оствальд), на відміну від вічного двигуна першого роду, який працював би всупереч першому закону термодинаміки. В. Оствальд запропонував коротке формулювання другого закону термодинаміки: вічний двигун другого роду неможливий.

С. Карно сформулював теорему, яка містить два твердження: коефіцієнт корисної дії зворотного циклу Карно не зале-

жить від вибору робочого тіла і конструкції машини й дорівнює коефіцієнту корисної дії зворотного циклу Карно з ідеальним газом за тих самих граничних температур; коефіцієнт корисної дії незворотного циклу завжди менший, ніж зворотного циклу Карно, в однакових температурних інтервалах.

Енергія породжує багато процесів, наприклад, коли гаряче тіло контактує з холодним, то теплота завжди переходить від гарячого тіла до холодного; або під час падіння кинутого каменя на Землю. Його початкова потенціальна енергія переходить у кінетичну, а в момент зіткнення з Землею кінетична енергія перетворюється у внутрішню енергію каменя і Землі (це означає, що молекули цих тіл починають рухатися швидше, а їхня температура повільно підвищується). Зворотного явища не доводилось спостерігати. Енергія могла б зберегтись за умови, якби камінь злетів у повітря, тому що його теплова енергія (і навколишніх молекул) перетворюється в кінетичну енергію руху каменя.

Другий закон термодинаміки – це зростання ентропії: у замкнутій, тобто ізольованій системі ентропія або є незмінною (якщо в системі відбуваються зворотні, зрівноважені процеси), або зростає (за рівноважних процесів) і в стані рівноваги досягає максимуму.

В. Томсон, як зазначено, сформулював принцип неможливості створення вічного двигуна другого роду, а 1852 р. – концепцію “теплової смерті” Всесвіту. Її суть розкривають такі положення: 1) у Всесвіті існує тенденція до марнування механічної енергії; 2) відновлення механічної енергії в старій кількості неможливе; 3) у майбутньому Земля опиниться в непридатному для життя людини стані.

Другий закон термодинаміки стверджує: ентропія Всесвіту прямує до максимуму.

У замкнутій системі ентропія може тільки зростати або бути сталою. Іншими словами, у будь-якій ізольованій системі теплові процеси однонаправлені, що й приводить до збільшення ентропії. Якщо ентропія досягає максимуму, то теплові процеси припиняються, і всі тіла системи отримують однакові показники температури, а отже, відбувається

перетворення всіх форм енергії в теплову. Виникнення стану термодинамічної рівноваги приводить до припинення всіх макропроцесів, що означає стан “теплової смерті”.

З незворотними процесами пов’язане поняття ентропії як міри безладдя. Для ізольованих систем другий закон термодинаміки можна сформулювати так: ентропія системи ніколи не зменшується. Система, що перебуває в стані рівноваги, має максимальну ентропію.

Поняття ентропії пов’язують і з поняттям інформації. Система, що перебуває в упорядкованому стані, містить багато інформації, і навпаки. Наприклад, текст книги містить багато інформації, а випадковий набір букв не несе інформації. Інформацію тому й ототожнюють із негативною ентропією. Зі зростанням ентропії інформація зменшується. Найвідоміше заперечення цього висновку дав Дж. Максвелл. Він виходив з того, що другий закон має обмежену галузь використання і є для термодинаміки правильним, доки маємо справу з тілами великої маси.

Цей процес асиметричний у часі – без зовнішнього втручання він не може стати зворотним, тобто намарно очікувати в цьому випадку, що газу повернуться в початкове положення. В природі порядок поступиться місцем безладдю. Однак можна навести приклади, що суперечать цьому принципу зростання ентропії. Загалом повна ентропія системи разом із навколишнім середовищем зростає, тому що біологічні процеси відбуваються завдяки ентропії сонячного випромінювання.

Л. Больцман спробував пояснити, чому порядок поступається місцем безладдю, і дійшов висновку, що ентропія може тільки зростати (така поведінка термодинамічних систем у часі).

Проте, як виявилось, ньютонівська механіка симетрична в часі (іншими словами, довести постійне зростання ентропії замкнутої системи не можна). Будь-яке прямування атомів, засноване на законах ньютонівської механіки, відбувається в оберненому напрямі.

Упорядкованість реальних систем може виникати завдяки не внутрішнім безладним флуктуаціям, а зовнішнім впли-

вам. Насправді всі системи формуються під впливом навколишнього середовища, а ті з них, що відокремлюються від навколишнього Всесвіту, переходять у стан з низькою ентропією. У цьому разі причина асиметрії не в самій системі, а у впливі; тимчасова асиметрія є реальним фактом.

Прикладами асиметричних у часі процесів можуть бути хвилі (у тому числі радіохвилі), які поширюються від передавача в навколишній простір, але не навпаки. Радіохвиля ж зворотно не повернеться, тому що поширюється в безмежному просторі. Тут маємо необмежене розсіювання хвиль і частинок, що є ще одним типом незворотної тимчасової асиметрії. Утворення структур, що розгалужуються, і незворотна асиметрія безконечного хвильового прямування спонукають до врахування великомасштабних властивостей Всесвіту.

За третім законом термодинаміки ентропія фізичної системи під час наближення температури до абсолютного нуля не залежить від параметрів системи і є незмінною. Інше формулювання теореми доводить, що з наближенням температури до абсолютного нуля всі зміни стану системи не змінюють її ентропії; за допомогою кінцевої послідовності термодинамічних процесів не можна досягти температури, що дорівнює абсолютному нулю.

Якщо перший закон термодинаміки підтверджує, що теплота є формою енергії, яку вимірюють механічною мірою, і вічний двигун першого роду неможливий, то другий закон термодинаміки заперечує створення вічного двигуна другого роду.

Отже, енергія й ентропія є незалежними одна від одної і їхнє співвідношення дає підстави робити висновок про теплову поведінку тіл на підставі математичного аналізу. Обидві функції обчислюють лише стосовно довільно обраного початкового стану, тому до кінця визначити енергію й ентропію неможливо. Третій закон термодинаміки усуває цю проблему. Важливе значення для розвитку термодинаміки мали виведені Жозефом Луї Гей-Люссаком (1778–1850) закони – закон теплового розширення і закон об'ємних відношень. Б. Клапейрон з'ясував залежність між фізичними

величинами, що визначають стан ідеального газу (тиском, об'ємом і температурою), яку узагальнив Д. Менделєєв. Ці та близькі їм дослідження розширили концепції класичної термодинаміки щодо опису стану теплової рівноваги і рівноважні (які відбуваються нескінченно повільно, тому час до основних рівнянь не входить) процеси. Термодинаміка нерівноважних процесів виникла щойно у 30-х роках ХХ ст. У ній стан системи визначають локальні термодинамічні параметри, які розглядають як функції координат і часу.

Виникнення термодинаміки пов'язують з необхідністю розробки теоретичних основ роботи теплових машин, а отже, найефективнішого перетворення теплової енергії в роботу. Сьогодні термодинаміка є всебічно опрацьованою системою знань, особливо щодо вивчення термодинамічних властивостей газів, пари, рідин та твердих тіл, фазових рівноваг, їхніх перетворень, електричних і магнітних властивостей речовин, випромінювання, закономірностей перебігу хімічних реакцій тощо.

Термодинаміка вивчає властивості речовини і різноманітних фізичних явищ, зумовлених тепловим рухом у макроскопічних системах поблизу стану рівноваги в них (без аналізу мікроскопічної будови тіл системи). Систему, що складається з макроскопічних тіл і полів, які можуть взаємодіяти між собою і зовнішнім середовищем (обмінюватись енергією і речовиною) називають термодинамічною системою. Обмін енергією відбувається у вигляді роботи та теплоти. Сукупність властивостей системи та її стан визначені термодинамічними параметрами. Стан, коли параметри системи з часом не змінюються, називають стаціонарним.

Важливою властивістю будь-якого рівноважного процесу є його зворотність у часі. Це означає можливість повернення термодинамічної системи у вихідний стан через ті самі проміжні стани, що й у ході прямого процесу.

Термодинаміка вивчає також повільні, або рівноважні, процеси, які називають квазістатичними. До квазірівноважних належать такі процеси, як ізобаричний, ізохоричний,



ізотермічний. На діаграмах їхній стан графічно можна зобразити неперервними лініями: ізобарою, ізохорою, ізотермою, ін.

Якщо параметри системи є функціями координат не лише простору, а й часу, то ці стани нерівноважні. Відповідно, послідовність нерівноважних станів є нерівноважним процесом; природні процеси є суто нерівноважними.

Термодинамічну систему, яка не взаємодіє з навколишнім середовищем, називають ізольованою, в іншому разі вона відкрита. Системи, що не обмінюються з іншими тілами речовиною, але обмінюються енергією, є закритими.

Крім поняття фази, для характеристики термодинамічної системи важливе значення має поняття компоненти. Компонентами є різні хімічні складові частини (азот, кисень, вуглекислий газ тощо у повітрі) або незмінні структурні одиниці (атоми, іони, молекули), з яких складаються фази. Компонента є такою складовою частиною, вміст якої не залежить від вмісту інших складових частин. Систему з двома компонентами називають подвійною, з трьома – потрійною і т. д.

До основних понять у термодинаміці належать внутрішня енергія, робота і кількість теплоти.

Під внутрішньою енергією системи розуміють енергію всіх видів частинок, з яких складається система. Найпоширенішими різновидами енергії є кінетична і потенціальна енергія молекул, енергія коливальних рухів атомів у молекулах, енергія електронних оболонок в атомах та іонах і внутрішня ядерна енергія. До внутрішньої не належить енергія системи як цілого, яку вона може мати внаслідок механічного руху або взаємодії з іншими системами. Іншими словами, внутрішньою енергією називають сумарну енергію мікрочастинок, з яких складається система.

Важливий етап розвитку фізики другої половини XIX ст. пов'язаний з концепціями молекулярно-кінетичної теорії та статистичної фізики, започаткованими Дж. Максвеллом і Людвігом Больцманом (1844–1906). У цьому напрямі вагомі дослідження провів український фізик Іван Пулюй (1845–1918), вивчаючи внутрішнє тертя газів. Йому належать

фундаментальні результати щодо з'ясування природи катодних, а згодом X-променів (відомі як рентгенівські).

Поступово склалася нова фізична картина світу, у яку наприкінці XIX ст. французький фізик **Антуан Анрі Беккерель** (1852–1908) вніс зміни: відкрив явище випромінювання уранової солі, тобто здатність до випромінювання атомів урану. Згодом французькі фізики **П'єр Кюрі** (1859–1906) і **Марія Склодовська-Кюрі** (1867–1934) у 1898 році виявили інші елементи, що мають властивість випромінювання (радіоактивності). Ці дослідження продовжив **Ернест Резерфорд** (1871–1937).

Кінець XIX–початок XX ст. пов'язаний з формулюванням теорії відносності, а також з відкриттям основних принципів квантової механіки, які внесли фундаментальні зміни у розуміння фізичних явищ.

Природничо-наукові революції пов'язані зі змінами тієї чи іншої парадигми, суспільної наукової свідомості, нагромадженням нових кількісних даних, що з часом трансформуються в якісні зміни – нові парадигми (терміни “парадигма” і “наукова революція” увів американський філософ **Томас Кун** (1922–1996), який вперше розглянув їх у праці “Структура наукових революцій” (1962)).

На початку XX ст. **Е. Резерфорд** запропонував свою модель атома (1911). Подальшими дослідженнями з'ясовано, що в атомах існують ядра – позитивно заряджені мікро-частинки (протони). Данський фізик **Нільс Бор** (1885–1962) у 1913 р. розробив квантову модель будови атома, згідно з якою перехід атома з одного стану в інший пов'язаний із випромінюванням або поглинанням порції (кванта) енергії. Стало зрозумілим, що атом має складну будову. Згодом відкрили нейтрон, позитрон, мезони та інші частинки. Власне завдяки нейтронам у процесі поділу ядер стало можливим практичне використання ядерної енергії. Поглинуті ядром нейтрони за певних умов викликають ланцюгову реакцію поділу з виділенням величезної енергії. Термоядерні реакції можливі за високих температур і, на відміну від реакцій поділу, є реакціями синтезу.

Неузгодженість, пов'язана з тепловим випромінюванням, загострила питання про природу світла, якому, як виявилось, притаманні і корпускулярні, і хвильові властивості. Хвильовою природою пояснювали одні явища (наприклад, інтерференцію, дифракцію), а іншими – корпускулярні (комptonівські розсіювання, фотоэффект). Цю двоїсту природу – хвильову та корпускулярну – спробував пояснити французький фізик **Луї де Бройль** (1892–1987). Його теорія докорінно змінила уявлення про властивості мікрооб'єктів (вони, згідно з цією теорією, можуть виявляти себе відповідно до зовнішніх умов як частинки або хвилі). Мікрооб'єкту притаманні різні прояви властивостей. Неможливо приписувати мікрочастинкам усі властивості частинок, як і всі властивості хвиль (хвиля в точці не існує і не має траєкторії).

Австрійський фізик **Ервін Шредінгер** (1887–1961), німецький фізик **Вернер Гайзенберг** (1901–1976) та англійський **Поль Дірак** (1902–1984) заклали основи нового напрямку теоретичної фізики – квантової механіки. Її завдання зводиться до опису руху і взаємодії мікрочастинок з урахуванням їхніх квантових властивостей імовірнісного підходу до опису мікрочастинок. Свою концепцію висунув **Вернер Гайзенберг** (1901–1976); згідно з нею, у ході побудови фізичної теорії необхідно вилучати всі величини, які недоступні вимірюванню. Він намагався розробити основи механіки мікросвіту, і, як виявилось, матрична механіка В. Гайзенберга аналогічна за результатами хвильовій механіці Е. Шредінгера – різниця в математичному описі.

Швейцарський фізик **Вольфганг Паулі** (1900–1958) визначив принцип, згідно з яким у кожному квантовому стані може перебувати лише один електрон. П. Дірак розробив теорію вакууму, згідно з якою, вакуум – це “море електронів”, густина яких безмежна, а енергія – негативна. Вакуум – складна квантова структура (частинка–античастинка). Сьогодні квантову механіку активно використовують у ядерній фізиці, космології, хімії, біології та інших галузях.

Квантовий об'єкт може бути то частинкою, то хвилею, але ніколи і тим, і тим одночасно. Отримані при його досліджен-

ні величини доповнюють, а не виключають одні одних. Принцип доповненості як загальний принцип пізнання потребує для опису складних явищ природи два або декілька взаємовиключних понять, які доповнюють один одного. І цей принцип прийнятний як у природознавстві, так і в гуманітарній галузі знань (наприклад, наука і релігія як форми духовної культури).

Відносини між людиною і природою впродовж історичного часу були різними, перейшли багато стадій і світоглядних парадигм. Нова криза і нові проблеми узгоджують і об'єднують їх у нову складну коеволюційну концепцію.

### Питання для контролю і самоконтролю

---

1. Коли і за яких умов виникла наука?
2. Що характерно для натурфілософського розуміння природи?
3. Що включає в себе космологія Арістотеля?
4. Яке значення геоцентричної системи світу, обґрунтованої К. Птолемеєм?
5. Назвіть основні принципи атомістичного вчення про природу, обґрунтовані Демокритом.
6. Що таке наукова революція за Т. Куном? Які наукові революції в історії природознавства вам відомі?
7. Розкажіть про значення досліджень Г. Галілея та І. Ньютона в історії природознавства.
8. Яке значення книги Ч. Дарвіна "Походження видів"?
9. Які причини занепаду механістичної картини світу?
10. У чому суть четвертої наукової революції, яка створила передумови до неklasичного природознавства ХХ ст.?
11. Які особливості розвитку сучасної науки?
12. Назвіть основні положення сучасної атомістики.
13. Який внесок у науку зробили Архімед, Гіппократ і Евклід?
14. Які основні особливості сучасного стану розвитку природознавства?
15. Чому саме в Давній Греції почався процес зародження елементів наукового мислення?
16. Що таке наука і які її функції?

17. Які причини зростання важливості науки в епоху Відродження?
18. Які основні відмінності гуманітарних і природознавчих наук?
19. Назвіть принципові особливості сучасної природничо-наукової картини світу.
20. У чому суть принципу фальсифікації? Як він спрацьовує?
21. Що стверджує перший, другий і третій закони термодинаміки?
22. Які етапи розвитку природознавства?

## Список літератури

### Основна

1. Білодід Ю. М. Філософія. Український світоглядний аспект : навч. посібник [для студ. вищ. навч. закладів] / Ю. М. Білодід. – К. : Кондор, 2006.
2. Вовк С. М. Філософські основи природознавства : підручник [для студ. вищ. навч. закладів] / С. М. Вовк. – Чернівці : Рута, 2002.
3. Кремень В. Г. Філософія: мислителі, ідеї, концепції : підручник / В. Г. Кремень, В. В. Кремень, В. В. Ільїн. – К. : Книга, 2005.
4. Мовчан С. П. Методологічні принципи та проблеми сучасного природознавства : навч. посібник / С. П. Мовчан. – Харків : ХНАДУ, 2008.
5. Павленко Ю. В. Природознавство в Україні до початку ХХ ст. в історичному, культурному та освітньому контекстах / Ю. В. Павленко. – К. : Академперіодика, 2001.

### Додаткова

1. Білецький І. П. Філософія і методологія наукового пізнання : конспект лекцій / І. П. Білецький. – Харків : ХДЕУ, 2001.
2. Запорожан З. Є. Практикум з основ природознавства / З. Є. Запорожан. – Кам'янець-Подільський : В-во Кам'янець-Подільського нац. ун-ту, 2008.
3. Сучасне природознавство : когнітивний, світоглядний, культурно-історичний виміри / [ред. В. С. Лук'янець]. – К. : Наукова думка, 1995.

### **ФОРМИ І МЕТОДИ ПРИРОДНИЧО-НАУКОВОГО ПІЗНАННЯ**

Сутність наукового знання полягає в розумінні адекватної реальності, системному узагальненні фактів, у тому, що, вивчаючи випадкове, знаходять необхідне закономірне загальне і на цій підставі вибудовують передбачення – прогнозування. Мислення людини перебуває в постійному русі від незнання неповного, поверхового до щораз більше уточненого, поглибленого та всебічноохопного знання. Наукове знання охоплює рівень емпіричного знання, яке є результатом безпосереднього контакту з живою реальністю під час спостереження або експерименту. На цьому рівні виявляємо властивості об'єктів або процесів, фіксуємо відношення, визначаємо емпіричні закономірності.

Над емпіричним рівнем науки завжди стоїть теоретичний рівень. Завдання теорії – пояснити об'єктивну реальність, описати, систематизувати, пояснити всю множинність зібраних даних емпіричного рівня. Однак теорія описує безпосередньо не навколишню дійсність, а ідеальні об'єкти в їхньому системному впорядкуванні, тобто емпіричний матеріал, яким володіє наука, необхідно відповідно організувати, звести в певні класи і групи. Наукове знання має надто складну структуру, воно утворене з безлічі різноманітних елементів. На початковому рівні науки можна виділити поняття, судження, умовиводи тощо, а для системи наукових знань необхідні гіпотези, теорії, моделі. Ці форми наукового знання, оперуючи поняттями і термінами, відображають сутність характеристики науки. Проблеми, ідеї, принципи, закони, припущення за функціями в русі наукового пізнання і в організації знання означені як форми змістовного вираження процесу пізнання.

Емпіричне знання не йде далі окремих тверджень про різні властивості й відношення предметів повсякденного досвіду. Тут схоплюються певні закономірності, взаємозв'язки і взаємозалежності, які яскраво відображені в народній мудрості, у тому числі у прислів'ях, народних прикметах тощо. Донаукове стихійно-емпіричне пізнання одночасно є і формою практичної діяльності. Практика зумовлена пізнаннями, а ті в своїй донауковій формі іманентні практиці.

Стихійно-емпіричне пізнання спирається, зазвичай, не на будь-які теоретично-пізнавальні концепції, а на багаторазове повторення операцій з об'єктами та їхніми властивостями. Крім того, донаукове стихійно-емпіричне пізнання не має своїх специфічних методів і спеціальних засобів (ними є хіба знаряддя праці, які одночасно виконують як виробничі, так і пізнавальні функції); результати цього рівня пізнання виражаються та закріплюються у виробничому досвіді. Донаукове пізнання пов'язане не з конкретним об'єктом пізнання, а з різноманітністю явищ, з якими пов'язані люди в процесі життєдіяльності; розширення сфери життєдіяльності призводить до щораз нових явищ дійсності, тому об'єкт цього рівня пізнання є дуже широким і невизначеним.

Наукове пізнання є порівняно самостійною, цілеспрямованою пізнавальною діяльністю, якою займаються спеціально підготовлені фахові групи людей, що досягли певного рівня знань, навичок, розуміння, виробили відповідні світоглядні та методологічні установки з приводу своєї професійної діяльності; предмет пізнання детермінований об'єктом пізнання і виявляється в певних логічних формах; особливі методи та засоби пізнання виражені головню у законах, теоріях, наукових гіпотезах. Мета наукового пізнання – досягнення істинного та достовірного, систематизованого знання, яке допоможе пояснити явище, передбачити його можливі зміни і яке можна застосувати практично. Цілі пізнання, відповідно, детерміновані, з одного боку, практичними потребами суспільства, а з іншого, – потребами розвитку самого наукового пізнання.

У науковому пізнанні провідну роль відіграє раціональне мислення. Його основні форми (поняття, судження, умовиводи) не відображають повною мірою його специфіки, оскільки вони функціонують як на донауковому, так і на науковому рівнях пізнання. В науковому пізнанні формуються і набувають відносної самостійності такі форми та засоби, як ідея, проблема, гіпотеза, концепція, теорія (Горелов А. А., 2002).

**Ідея** (від гр. *idea* – поняття, уявлення) – найвища форма наукового пізнання і мислення, думка, яка відображає зв'язки, закономірності дійсності і спрямована на її перетворення; вона також поєднує істинне знання і суб'єктивну мету.

**Проблема** (від гр. *problema* – завдання, труднощі) – форма і засіб наукового пізнання, що є єдністю двох змістовних елементів: знання про незнання та передбачення можливості наукового пізнання та відкриття. Вона є відображенням проблемної ситуації, яка об'єктивно виникає в процесі розвитку суспільства як суперечність між знанням про потреби людей у яких-небудь результативних практичних та теоретичних діях і незнанням шляхів, засобів, знарядь їхньої реалізації. Це суб'єктивна форма вираження необхідності розвитку знання, яка відображає суперечність між знанням і дійсністю або суперечність і самому пізнанню; вона є одночасно засобом і методом пошуку нових знань.

**Система** (від гр. *systema* – ціле, складене з частин, поєднання принципів) – сукупність елементів, об'єднаних внутрішніми зв'язками, що утворюють якісно нове ціле, яке взаємодіє з довкіллям через внутрішні зв'язки.

Ознаки системи тісно пов'язані з її елементами, зокрема, емерджентністю (нова якість засвідчує появу змін у системі); ієрархічністю (існування взаємопов'язаних структурних рівнів системи); відкритістю системи. Крім того, систему характеризують стійкість (ця ознака не є постійною), детермінованість (повна визначеність опису і поведінки системи) та інерційність (здатність системи протистояти змінам), свого роду консерватизм, стійкість, ступінь стохастичності (випадковий, імовірний характер усіх процесів і явищ). У за-



гальному розумінні системи поділені на цілісні (елементи якої тісно взаємопов'язані, наприклад, Сонячна система, хімічні поєднання) і сумативні (у яких елементи автоматизовані, наприклад, гравітаційне нагромадження гірських порід).

**Концепція** (від лат. *conceptio* – сприйняття) – форма і засіб наукового пізнання, яка є способом розуміння, пояснення, тлумачення основної ідеї теорії, це науково обґрунтоване та головню доведене вираження основного змісту теорії, проте, на відміну від теорії, ще не може бути втіленим у струнку логічну систему. Концепція виражає фундаментальні природничонаукові ідеї моделі, положення, які виявляють себе у всіх природничих науках.

**Інтуїція** (від лат. *intuition* – погляд) – шлях осягнення істини безпосередньо прямим спостереженням, різновид знання, вибудований емпірично і безпосередньо. Осмислена інтуїція несе нове знання; вона опановує простір для творчості й пошуку, ґрунтується на підсвідомості; “успіх” інтуїції означає доказ.

### **Види наукових досліджень**

Фундаментальні теоретичні дослідження спрямовані на пошук принципово нових ідей, шляхів і методів пізнання та пояснення. Вони можливі за умови детального аналізу розроблених систем наукового знання – теорій, законів, гіпотез, пізнавальних можливостей, методів та засобів наукового пізнання, якими користується дослідник.

Цілеспрямовані теоретичні дослідження, з якими маємо справу, – уже сформульовані теоретичні проблеми; їх треба критично вивчити, емпірично перевірити. Важливою метою цього виду наукового дослідження є розмежування перевірених та гіпотетичних знань.

У науковому пізнанні розрізняють емпіричний та теоретичний рівні, які відрізняються глибиною, повнотою, усебічністю осягнення об'єкта; цілями, методами досягнення та способами вираження знання; ступенем значимості в них чуттєвого та раціонального моментів.

На емпіричному рівні спостерігають за об'єктами, фіксують факти, проводять експерименти, визначають емпіричні співвідношення та закономірні зв'язки між окремими явищами.

Емпіричний і теоретичний рівні наукового пізнання розрізняють також за підходами досліджень з логічною формулою їх вираження, науковою та практичною значимістю одержаного знання.

На емпіричному рівні наукового пізнання об'єкт відображають з боку його зовнішніх зв'язків і проявів, які доступні живому спогляданню. Логічною формою вираження знання емпіричного рівня є система суджень та умовиводів, за допомогою яких формулюють закони, що відображають взаємозв'язки та взаємодії явищ дійсності в їхній безпосередній даності. Практичне застосування знання, одержаного на емпіричному рівні, обмежене, а щодо розвитку наукового знання загалом, то воно є початковим, вихідним для побудови теоретичного знання. На емпіричному рівні основний зміст знання одержують, зазвичай, з безпосереднього досвіду, з наукового експерименту. А тому емпіричне пізнання пов'язане з фактами та їхнім описом, а теоретичне йде від фактів та їхнього опису до осмислення та пояснення (інтерпретації). Опис передує теоретичному викладу, однак він (опис, або емпіричне пояснення) не пояснює причин явищ, їхнього походження, передбачення.

На теоретичному рівні наукового пізнання об'єкт відображають з боку його внутрішніх зв'язків та закономірностей, які досягають шляхом раціонального опрацювання даних емпіричного пізнання. Суб'єкт за допомогою мислення виходить за межі того, що дається в безпосередньому досвіді, і переходить до нового знання, оминаючи чуттєвий досвід. Абстрактне мислення є тут не лише формою вираження результатів пізнавальної діяльності, а й засобом одержання наукового знання.

Отже, емпіричний і теоретичний рівні наукового пізнання відрізняються гносеологічною спрямованістю досліджень. На емпіричному рівні пізнання явища вивчають з погляду чут-

тво фіксованих зв'язків між ними; на теоретичному рівні відбувається заглиблення в суттєві зв'язки та відношення.

Щоб отримати адекватну об'єктивну картину, необхідне використання односислового понятійно-термінологічного апарату. Здебільшого з емпіричним рівнем дослідження пов'язаний опис, у ньому розрізняють безпосередній і опосередкований аспекти. У першому (безпосередньому) варіанті спостережень ті чи інші ознаки об'єктів віддзеркалюються органами чуттів людини. Візуальні методи дослідження дають більші можливості з використанням інструментарію (приладів). У разі застосування тих чи інших технічних засобів безпосередні спостереження стають опосередкованими. Особливі успіхи науки пов'язані з винайденням оптичного мікроскопа (XVIII ст.), а через три століття – електронного. Визначальним моментом того, бачимо чи не бачимо ми об'єкт спостереження, є наявність у нас погляду на досліджуваний об'єкт, концепція, або, як зазначає А. Айнштайн, теорія (Гайзенберг В., 1970).

Цей факт засвідчує неподільну єдність емпіричного і теоретичного. На деяких теоретичних положеннях ґрунтуються опосередковані спостереження. Отже, спостереження загалом є важливим методом емпіричного пізнання. Співвідношення емпіричного і теоретичного пізнання методологічно відрізняються лише предметом (оскільки теорія вирішує, що можна спостерігати).

Водночас емпіричний і теоретичний рівні наукового пізнання органічно взаємопов'язані і взаємозумовлюють один одного в цілісній структурі наукового пізнання. Емпіричне дослідження виявляє нові факти, нові дані спостереження та експериментів, стимулює розвиток теоретичного рівня, ставить перед ним нові проблеми та завдання. Теоретичне дослідження конкретизує теоретичний зміст науки, відкриває нові перспективи пояснення та передбачення фактів. Емпіричне знання опосередковане теоретичним: теоретичне пізнання визначає, які саме явища та події мають бути об'єктом емпіричного дослідження, які параметри об'єкта треба виміряти і за яких умов проводити експеримент. Теоретичний

рівень також виявляє і вказує емпіричному ті межі, у яких результати його істинні, у яких емпіричне знання може бути застосованим практично. Саме в цьому й полягає евристична функція теоретичного рівня наукового пізнання.

Кожна наука користується певними прийомами дослідження, зокрема методами. Слово “метод” (від гр. *methodos* – шлях дослідження, спосіб пізнання) означає вчення, способи і засоби пізнання дійсності, проникнення у зміст предмета, який вивчають. Метод уособлює сукупність прийомів та операцій практичного і теоретичного пізнання дійсності. Вибір методу залежить від характеру вирішуваних завдань. Спостереження – цілеспрямований процес прийняття предметів дійсності, які не повинні бути змінені; це певна система зв'язків досліджуваного об'єкта в природних умовах або в умовах експерименту. Воно полягає у цілеспрямованому сприйманні предметів дійсності для одержання безпосередніх чуттєвих даних про об'єкт пізнання і вивчення предметів. Спостереження передбачає активне протиставлення себе як суб'єкта навколишній дійсності. Структурними компонентами спостереження є сам спостерігач, об'єкт дослідження, умови та засоби спостереження – прилади, устаткування, вимірювальні знаряддя. Однак такий поділ не пов'язаний з ієрархічною впорядкованістю і тому його доповнюють ієрархічною ознакою (за ступенем розвиненості теорії).

Емпірична теорія має емпіричну інтерпретацію, її називають гіпотетико-дедуктивною теорією. Інколи гіпотетико-дедуктивний метод уподібнюють методу сходження від абстрактного до конкретного, що і є загальним методом побудови наукової теорії в розвинених наукових дисциплінах.

Метод наукового дослідження охоплює систему розумових і практичних операцій, спрямованих на виконання певних пізнавальних завдань, а отже, і певної пізнавальної мети. І саме та, і завдання дослідження зумовлені проблемами людини і суспільства, а також внутрішніми потребами самої науки.

Завдання методу полягає в тому, що за його допомогою отримують нову інформацію про навколишню дійсність, заглиблюються в сутність явищ і процесів, розкривають закони

і закономірності розвитку. Від вдалого використання методу залежить істинність отриманого знання.

Іноколи термін “метод” ототожнюють з науковим підходом, принципом, засобом, прийомом, проте вони повною мірою не збігаються. Наприклад, поняття наукового підходу і принципу ширше, ніж поняття методу. А поняття прийому – вужче, конкретніше. Будь-якому науковому методу притаманні ознаки ясності, цілісності (виконання конкретних завдань); детермінованості (максимальна його алгоритмізація); результативності (здатності методу забезпечувати досягнення певної мети) та ін. Крім того, методу притаманна відповідність об’єктові дослідження і рівню пізнання (Польшаков В. І., 2004).

У методології кожен метод дослідження повинен бути теоретично обґрунтованим. Також будь-яка теорія науки, її положення, закон набувають методологічного значення і навіть виконують функцію методу, коли у процесі пізнання стають спрямовувальними засобами дослідження конкретних об’єктів.

Зазвичай, методи наукового пізнання поділяють на загальнонаукові, конкретнонаукові, спеціальні.

Загальнонаукові методи, відповідно, поділяють на: методи емпіричного дослідження (спостереження, опис, вимірювання, експеримент); методи, які використовують як на емпіричному, так і на теоретичному рівнях дослідження (абстрагування, аналіз і синтез, індукція та дедукція, моделювання); методи теоретичного дослідження (сходження від абстрагованого до конкретного).

Наукове пізнання охоплює факти, співвідношення між ними, експерименти, початкові гіпотези, теорію, правдоподібні припущення і знову гіпотезу – експеримент – уточнення, перевірку меж застосування теорії, індукцію, а від неї через нову теорію і гіпотези до експерименту. На кожному етапі істинного розвитку науки в стислому вигляді додають попередні дослідження.

З філософського погляду методи поділяють на: загальнонаукові (тобто їх використовують для всіх наук); конкретні

(для окремих наук); спеціальні або специфічні (для конкретної науки).

Метод є об'єктивним, оскільки дає змогу відображати дійсність та її взаємозв'язки, та водночас суб'єктивним, тому що дослідник використовує його з суб'єктивним баченням.

У науці застосовують багато різноманітних методів, підходів і прийомів. Усі вони тісно між собою пов'язані логічно, структурно і практично в ході дослідження.

Системність методів визначена послідовністю їхнього використання в одному й тому ж дослідженні й на різних рівнях дослідження – емпіричному (наприклад, метод аналогії, статистичні методи) й теоретичному (аксіоматико-дедуктивний, метод абстрагування тощо). Зі зміною масштабу дослідження змінюють один одного методи використання. Наприклад, у разі великомасштабного дослідження застосовують картографічний метод, а у випадку середньомасштабного переходять до методу генералізації, що є засобом абстрагування від частковостей. Отже, методи “перекриваються” і є формою виявлення інших, ширших за охопленням предметних областей чи засобів. Зокрема, математичний метод є одним з різновидів методу формалізації; картографічний метод можна трактувати як одну із форм методу моделювання.

У наукових дослідженнях широко використовують філософські методи – категорій, положень, принципів і законів певної філософської системи, наприклад, позитивізму, неопозитивізму, постмодернізму тощо.

Загальнонаукові методи охоплюють такі засоби і прийоми, які з тими чи іншими модифікаціями використовують в усіх науках (наприклад, метод моделювання, аналіз і синтез, індукція і дедукція та ін.).

Традиційно загальнонауковими методами є спостереження, аналіз і синтез, індукція і дедукція, порівняння й аналогія, узагальнення й абстрагування, метод експерименту. Крім методу експерименту, успішно застосовують метод порівняння (порівняти – означає відшукати спільне у відмінному, і навпаки). Різні об'єкти того самого явища є варіантами станів певної системи за умов експерименту.

Логічне абстрагування в науці часто є методом генералізації. Воно, як і абстрагування загалом, передбачає усунення під час дослідження об'єктів, явищ і процесів другорядних властивостей і відношень, а також виділення головного, визначального.

До сучасних загальнонаукових методів належать: метод моделювання, системний, формалізації, ідеалізації, аксіоматико-дедуктивний.

Моделювання – дослідження об'єктів, явищ і процесів за допомогою моделей. У процесі моделювання експеримент у натурі замінюють експериментом на моделі (мислено уявлену чи матеріально реалізовану систему, яка відображає чи відтворює об'єкт дослідження). Модель є аналогом об'єкта за його властивостями, структурою, зв'язками чи функціями. Найбільше поширені два типи моделей: предметні (натурні, фізичні, електронні) і знакові (образно-знакові та формально-знакові).

Методом формалізації вивчають об'єкт, відображаючи його зміст, структуру, форму чи функціонування у законному вигляді за допомогою штучних умов (знакових систем). Цей метод близький до методу моделювання, оскільки одним із видів методу формалізації є математичне моделювання.

У разі системного підходу до уваги беруть насамперед системи. Виділяють відкриті й закриті, невеликі й великі, прості й складні, статичні й динамічні, детерміновані й стохастичні (ймовірнісні), фізичні та інформаційні, нерегульовані й регульовані системи. Системний підхід використовують у системному аналізі та системному синтезі, які взаємодіють, але досить автономні. Системний аналіз передбачає рух думки, розумових і практичних операцій від визначення (ідентифікації) елементів системи, з'ясування зв'язків між ними, виділення на цій підставі підсистем і об'єднання їх і тих елементів, що не ввійшли, в окремі підсистеми більших чи складних систем. Синтез систем – це спосіб фіксувань порівняно простими засобами всієї реальної складності. У системному підході елементи можуть бути окремими системами.

Системний аналіз передбачає декомпозицію дослідженої системи спочатку на підсистемі різних рівнів. Він охоплює: формування проблеми (метод сценаріїв), цілей функціонування систем (так званий метод дерева цілей), генерування альтернатив (метод мозкової атаки), вибір оптимальних альтернатив (використання оптимізаційних математичних методів, прогнозування тощо).

У цьому значенні системний аналіз – це взаємопов'язана, визначена метою вирішення великомасштабної проблеми, сукупність багатьох методів і засобів, об'єднаних певною послідовністю.

Метод ідеалізації полягає у створенні ідеальних моделей і порівнянні ситуації, яку вивчають, з ідеальним варіантом. У разі його застосування використовують специфічні особливості інших методів – моделювання, аналогії, абстрагування. У багатьох науках поширені ідеальні моделі, наприклад, у фізиці – ідеальна рідина (така рідина, яка не стискається), абсолютно чорне тіло (таке тіло, що не випускає у зовнішній світ жодних променів).

Ідеальні моделі будують способом абстрагування від усіх, крім однієї, найважливішої у першому аспекті риси (властивості), яку доводять до “абсолютних” значень (та сама ідеальна рідина); інший спосіб надає ідеальній моделі усі можливі риси й особливості (функцій, відносин), які мають реальні об'єкти. У ході досліджень реальні об'єкти порівнюють з ідеальними і фіксують ступінь вираженості в реальному об'єкті властивості, яка характеризує ідеальну модель (перший тип моделей): наявність (відсутність) у реальному об'єкті, який досліджують рис і особливостей, що характеризують ідеальну модель (другий тип моделей).

Аксиоматико-дедуктивний метод застосовують у точних (математика, фізика) науках. Він дає початковий набір понять, формулювання кількох аксіом (істин, які потребують доведень), встановлених правил умовисновку.

Конкретно наукові методи застосовують в окремих науках або у кількох близьких між собою наукових дисциплінах. Міждисциплінарні методи пов'язані генетично або об'єднані



спільним об'єктам дослідження. Наприклад, метод аналізу аналогових об'єктів, якщо вивчають подібні об'єкти шляхом їхнього порівняння за умови, коли знання про один з них є достовірним. В основі цього міждисциплінарного методу є інший метод (логічний) – метод порівняння, який, відповідно, передбачає визначення рис спільності між досліджуваним об'єктом, і вже відомим, а також вивчення рис відмінностей між ними.

Спільні методи обґрунтовують підходи та способи певної науки і саме у ній мають найповніше використання.

Отже, сучасна система конкретно наукових методів дослідження охоплює найрізноманітніші засоби отримання наукової істини.

Правильний вибір методу (і методики загалом) дає змогу успішно провести наукове дослідження. Він потребує високої компетенції працівників. Метою будь-якого наукового дослідження є всебічне і достовірне вивчення об'єкта, процесу або явищ, їхньої структури, зв'язків і відношень на підставі розроблених у науці принципів і методів пізнання. Отримані здобутки впроваджують у виробництво.

Кожна наука має свої методи пошуку й обґрунтування наукової істини. Метод наукового дослідження – це система розумових і практичних операцій (процедур), які мають на меті виконати певні пізнавальні завдання.

Кожен науковий метод має в собі ознаки: ясності (загальнозрозумілості логічного прямування для досягнення мети і виконання поставлених завдань); детермінованості (логічна послідовність його використання); результативності (здобутком чи результатом у досягненні мети); надійності (завдяки методу можна отримати ймовірний із найменшими витратами засобів і часу результат).

Існує ще одна дуже важлива вимога до методу пізнання: вибір методу повинен відповідати об'єкту дослідження і рівню пізнання. Він має бути теоретично обґрунтованим.

Науковому дослідженню відповідає цілеспрямоване пізнання як система понять, законів теорії, для використання їх у виробництві та практичних цілях, особливо коли йдеться

ся про нове знання, здобуте в процесі фундаментальних або прикладних наукових досліджень. Результатом наукових досліджень може бути нове конструктивне чи технологічне рішення, закінчене випробування, яке може бути впроваджене або використане у практичній діяльності. Проведення будь-якого дослідження починається з вибору наукового напрямку, проблеми, теми і визначення наукових питань.

Проблема охоплює сукупність складних теоретичних і практичних завдань, це суперечлива ситуація, яка найчастіше виникає внаслідок відкриття нових фактів, які виходять за межі попередніх теоретичних уявлень.

Наукові питання репрезентують конкретніші завдання наукового дослідження. Їхні результати мають не тільки теоретичне, й практичне значення. Отже, наука – це організована і логічна форма знання, соціальний інститут, наділений імовірністю передбачення ходу явищ. Наукові знання систематизовані, доказові й мають причинно-наслідковий характер. У кожному з напрямів людської діяльності використовують ті чи інші форми і методи пізнання; їхня різноманітність передбачає єдиний ідеал науки. Безпосередню функцію її визначає структура й організація пізнання істини, об'єктивної реальності, сутності явищ і процесів.

Істина є результатом пізнання суб'єктом об'єктивної дійсності, вона об'єктивна за змістом і суб'єктивна за формою. Знання істини зумовлене об'єктом пізнання та його особливостями. Сутність і глибину істини віддзеркалює абсолютна і відносна істина. Абсолютна істина найглибша й асоціюється з об'єктивністю та реальністю навколишнього світу, знаходить подальше підтвердження як у теоретичних, так і в практичних (прикладних) дослідженнях. Істина одночасно є і абсолютна, і об'єктивна, однак представлена вона, зазвичай, у формі відносної істини (знання правильне, проте не повне, складова абсолютної істини). Оскільки істина відображає об'єкт у конкретних умовах і в певних просторово-часових межах, то вона завжди до кінця непізнана. Обидві істини діють на стадії так званої нормальної науки в рамках певної парадигми для обґрунтування висунутої

гіпотези або теорії. У логіці міркування в природознавстві не є доказами, а лише висновками (як істинність міркування) (Рижко В. А., 1995).

Сучасна наука ґрунтується на відповідній методології. Проте між методологією природничонаукового і гуманітарного пізнання простежуються певні розбіжності. У природознавстві предмет (об'єкт) ґрунтується на загальному. В гуманітарних науках (історії) спостерігаємо становлення предмета в його індивідуальній повноті. Звідси відмінність методології історичного пізнання. Вихідний пункт гуманітарного дослідження – індивідуальний (у кожної людини своє буття).

Загалом світоглядним для дослідження має стати принцип руху, зміни розвитку, і він конкретизується у так званому принципі історизму (історичний метод). Застосування цього методу пов'язане з розглядом кожної системи як такої, що у розвитку проходить процес виникнення (зародження), становлення, розвинутого функціонування, перетворення в інший якісний стан.

Не менш важливу роль у науці відіграє принцип взаємозумовленості, взаємозв'язку, причинності. Передусім дослідник має бачити поняття зв'язку в контексті речей, властивостей, відносин. Зв'язок явищ і речей у часі є в основі генетичного підходу, що дає змогу розкрити походження об'єктів. Крім того, треба зважати на класи, типи і види зв'язків у реальному світі та між поняттями.

Особливо важливим є принцип причинності, згідно з яким одні явища зумовлюють появу, розвиток і функціонування інших. Із запровадженням методу формалізації у вигляді так званого математичного методу почали вживати категорії якості та кількості.

Парні категорії необхідності й випадковості важливі для розуміння поняття закону, що виражає суттєвий, проте й необхідний зв'язок між явищами, процесами та їхніми сутностями. Важливі також парні категорії дійсності й можливості. Дійсним є те, що існує реально навіть без нашої волі, свідомості чи присутності. Однак дійсним є мислення і відчуття. тобто суб'єктивне, духовне.

Нарешті, суттєве значення для теорії науки мають категорії одиничного, особливого і загального.

На теоретичному рівні дослідження дуже важливим є гегелівський принцип сходження думки від абстрактного до конкретного. Істина, на думку Г. Гегеля, завжди конкретна, тобто є синтезом різних сторін і відношень досліджуваних явищ та процесів.

Отже, формами наукового пізнання є проблеми, гіпотези, ідеї, теорії, принципи, закономірності. Одночасно вони є елементами теоретичних систем. Усі теоретичні побудови ґрунтуються на фактах, які деякі дослідники вважають формою знання, і є аргументами доказовості й теоретичних стверджень. Відсутність або недостатня наявність фактів призводить до виникнення проблем, вирішенню яких передують здогади, ідеї, наукові гіпотези, які необхідно довести. Щодо гіпотез, то вони не повинні містити суперечностей.

Будь-який пізнавальний процес має як суттєвий, емпіричний, так і абстрактний, теоретичний вимір. Світ пізнання починається з живого споглядання – чуттєвого сприйняття докільля загалом або його складових – фактів, які абстрактно переосмислені.

Те чи інше досягнення (той чи інший фактаж) підпорядковане і скеровуване ідеєю. Отже, емпіричне і теоретичне пізнання – це єдиний процес.

Пізнанню дійсності передуює відчуття – чуттєві образи відображення, свого роду відбитки окремих властивостей предмета. Предмети наділені незліченною кількістю різноманітних властивостей, які ніби в ньому сфокусовані, і ми осмислюємо ці властивості як єдине ціле, множинність у єдності. Відображення множинності ознак органами чуття як цілісного образу називають сприйняттям. Сприйняття передбачає осмислення предметів, їхніх властивостей і відношення. Процеси відчуття і сприйняття образів предметів і явищ фіксуються, зберігаються та відтворюються в мозку за допомогою пам'яті. Сприйняття зовнішніх впливів і збереження їх у пам'яті викликають уявлення.

Уявлення асоціюються з образами об'єктів, які певним чином діяли на органи чуття людини і відтворюються в мозку навіть коли цих об'єктів нема. Відчуття і сприйняття – початок відновлення свідомого відображення. В уявленні (як у психічному явищі) свідомість стає суб'єктивним явищем, вона ніби абстрагується від свого безпосереднього джерела і слугує проміжною ланкою від відчуття до думки. Науковим фактом ми фіксуємо існування певного об'єкта. З фактів “вбудовуємо” науку, факти збираємо спостереженням та експериментом, які є методами природничо-наукового дослідження. Спостереження покликані виявити суттєві ознаки об'єкта пізнання, а тому потребують спеціальної підготовки. Ця підготовка має допомогти з'ясувати завдання спостережень, опрацювання їхньої послідовності дій з виходом на кінцеві результати.

Невіддільні складові наукового знання такі: надійні в об'єктивності факти; закономірності, які відображають групу фактів; теорії як системи закономірностей, а також наукові картини світу, що окреслюють образи всієї реальності.

Наука визначає закони, принаймні прагне цього. А закон є суттєвий, необхідний, стійкий і повторювальний зв'язок явищ, тобто дещо загальне. Виявлення закономірностей – це результат емпіричного й теоретичного рівнів пізнання. Теоретичний рівень пізнання дає пояснення суті причинно-наслідкових явищ, процесів. Йому передує загальний замисел або принцип. Вихідні принципи побудови наукового знання є творчістю, а точніше – таємницею творчості. Лабораторія творчої конструкції зволиться не лише до збирання, нагромадження й опрацювання даних досвіду. Від фіксування фактів до пояснення – складний процес теоретичного осмислення; емпіричний рівень пов'язаний з характеристиками природних і соціальних об'єктів, тоді як теоретичний – з ідеалізованими об'єктами (наприклад, абсолютно тверде тіло та ін.).

Емпіричні рівні використовують свої методи спостереження – опис, вимірювання, експеримент тощо; теорія пов'язана з аксіоматичним методом, системним, структурно-функціональним та ін. Іншу групу методів – узагальнен-

ня, абстрагування, аналіз, синтез, можна використовувати на обох рівнях пізнання. Фактично в XVIII ст. Ф. Бекон і Р. Декарт сформувавши дві методологічні програми – емпіричну (індукціоністську) і раціоналістичну (дедукціоністську). Індукція, як відомо, – шлях пізнання від окремого до загального, а дедукція, навпаки, від загального до окремого.

Емпіризм ґрунтується на спостереженні й експерименті, на пізнанні природи (від окремого до загального – індукція). Зокрема, Г. Мендель висунув гіпотезу спадковості, що має не проміжний, а дискретний характер. Спадкові ознаки передаються дискретними частинами (генами). У разі спадковості відбувається процес розщеплення, а не зміщення. Тому можлива поява гібридів з ознаками, які не “змішуються”. За спадковість ознаки відповідають декілька генів.

Отже, з емпіричних даних, емпіричних узагальнень вибудовують теоретичну гіпотезу з логічною схемою викладу (дедукцією). Підтверджено, що гіпотеза впроваджує дедукцію в теоретичний закон (гіпотетико-дедуктивний). Вищою формою організації наукового знання є теорія, що дає цілісне уявлення про суттєві зв’язки.

До теорії дослідник йде інколи різними методологічними напрямками, які ґрунтуються на певних принципах. Один із них – принцип верифікації (емпіричної перевірки). Поняття різних теорій не зводяться до даних досвіду, оскільки існує ще й дотична верифікація. Принцип верифікації покликаний розмежувати наукове знання від ненаукового, однак за умови, що ідея вибудована так, щоб різні науки не трактували емпіричні факти на свою користь.

К. Поппер у методології досліджень увів інший принцип – фальсифікації, суть якого полягає в тому, що лише те знання може претендувати на звання “наукового”, яке в принципі можна відкинути. Іншими словами, К. Поппер звернув увагу на підтвердження і заперечення пізнання. Спроба фальсифікувати, відкинути теорію повинна бути найліпшим засобом підтвердження її науковості (Поппер К., 1983).

Принцип фальсифікації будь-яке знання ставить під сумнів або інтерпретує його гіпотетичним. Розмежувати науку

від ненауки можна, спираючись на ідею природної впорядкованості (іншим словом, існування універсальних закономірностей і причинних зв'язків) та доказу як засобу обґрунтування знання.

Будь-який науковий метод має свою галузь використання. Межі прикладання наукових методів досліджує методологія. Наприклад, вона тлумачить, що є, що може бути, проте не стверджує, що “повинно бути”. Це не предмет вибору людини. Детальних, точних меж прикладного наукового методу до реальної дійсності нема. Наука створює той чи інший образ, наукову картину, однак реальний світ значно багатший і складніший.

Наука безперервно розвивається, тобто набуває якісних змін з плином часу. Кожна наука прагне до впорядкованості, закономірностей, осмислення ходу становлення, зміни ідеї та концепції, а отже, переосмислення логіки розвитку наукового знання.

В історії розрізняють три глобальні наукові революції – аристотелівську, ньютонівську й айнштайнівську.

Перша наукова революція припала на VI–IV ст. до н. е. Вона й породила науку, створила певні норми та зразки побудови наукових знань. Арістотель створив формальну логіку – учення про доказ – інструмент виявлення та систематизації знання, опрацював категоріально-понятійний апарат, відділив науку про природу від метафізики (філософії), математики ін. Константою стали норми наукового знання, зразки пояснення, опису, аргументації та обґрунтування.

Друга наукова революція XVI–XVIII ст. – період переходу від геоцентричної до геліоцентричної системи світу. Загальний сенс науки можна означити як становлення класичного природознавства (М. Коперник, Й. Кеплер, Р. Декарт, І. Ньютон та ін.). У дослідженнях учених того часу детально описані кількісні характеристики земних тіл (форма, маса, рух, величина) у чітких математичних закономірностях. Античне світосприйняття – завершене і гармонійне – замінено на концепцію безконечності, без суті Всесвіту. Об'єкт пізнання існує сам по собі, а суб'єкт спостерігає зі сторони. Об'єкт і

суб'єкт перебували ніби відчужено, на протилежних місцях. Друга (ньютонівська) революція на базі експериментально-математичного природознавства сформувала механічну наукову картину світу.

На зламі XIX–XX ст. виникла третя наукова революція. Фізики відкрили складну структуру атома, явище радіоактивності, теорію відносності тощо. Довели бачення нової картини світу загалом, у якій усе відносне (релятивне). Нова картина світу переосмислила вихідні поняття простору, часу, причинності, неперервності. Фундаментом третьої наукової революції є теорія відносності та квантової механіки, космології (концепції нестационарності Всесвіту), біології (становлення генетики) та ін. Три наукові революції зумовили три довгі стадії розвитку науки, формували свою загальнонаукову картину світу. Хронологічне співвідношення між науковими революціями різне: між аристотелівською та ньютонівською минуло майже 2 тис. років, а між ньютонівською та айнштайнівською – 200 (Онопрієнко В. І., 1998).

Усі три наукові революції сформували наукову картину світу, яка ґрунтується на принципі саморозвитку. У ній присутня людина, її думка і дух. Вона еволюційна і незворотна. В ній природничо-наукове знання нерозривно пов'язане з гуманітарним.

Науки в ході розвитку диференціюються і розгалужуються, нині налічують близько 15 тис. різних наукових дисциплін. Диференціація та інтеграція в розвитку науки – не взаємовиключні тенденції.

Якщо під методом як поняттям розуміють сукупність підходів, прийомів і операцій пізнання дійсності, то під методологією – “вчення про методи”, яке охоплює, крім методів, систему принципів, постулатів, вимог, положень. Методи пов'язані з рівнями пізнання. Наприклад, на емпіричному здебільшого використовують метод спостереження, експеримент, вимірювання; на теоретичному – ідеалізацію, формалізацію, моделювання як метод застосовують на обох рівнях.

На емпіричному рівні об'єкти сприймають чуттєво, нагромаджують інформацію про об'єкти, зібрані дані систематизують,



що є передумовою їхнього узагальнення та виявлення деяких експериментальних закономірностей. На теоретичному рівні виявляють найбільш суттєві зв'язки явищ наукового пізнання, у тому числі в гіпотезах і законах. Обидва рівні взаємопов'язані. Теоретичне мислення неминуче спирається на відчуттєво-наочні образи. Вміння використовувати метод дає підстави сподіватися на успіх у процесі пізнання дійсності.

Методологія (від гр. *methodos* – шлях дослідження і *logos* – слово, поняття) – це вчення про методи дослідження, про правила мислення в ході створення теорії науки. Поняття методології є складним і в різних літературних джерелах пояснене по-різному. Найбільше прийнятим є вивчення її як теорії методів дослідження, створення наукових концепцій, як системи знань про теорію науки або системи методів дослідження.

Також методологія – це наука про структуру, логічну організацію, засоби і методи діяльності взагалі; це вчення про принципи, способи і форми пізнання. Сукупність методів, які застосовуються під час наукових досліджень у межах тієї чи іншої науки, становлять її методологію. Це поняття має, щонайменше, два значення: по-перше, методологія – це сукупність методів, засобів, прийомів, які застосовують у певній науці; по-друге, це галузь знань, яка вивчає засоби, принципи організації пізнавальної і практично перетворювальної діяльності людини.

Крім того, методологія – це сукупність правил визначення понять, вивчення одних знань з інших, методів, прийомів, операцій наукового дослідження у всіх галузях науки й на всіх етапах дослідження.

Нині методологія – це окрема наукова дисципліна, яка вивчає технологію проведення наукового дослідження; опис і аналіз етапів дослідження й низку інших проблем.

Головна мета методології як науки – вивчення й аналіз методів, засобів, прийомів, за допомогою яких отримують нові знання в науці на емпіричному та теоретичному рівнях пізнання. Методологія розглядає найбільш суттєві особливості й ознаки методів дослідження, розкриває їх за спільністю і глибиною аналізу. Наприклад, вивчаючи конкретні способи

проведення експерименту, спостереження, вимірювання, методологія науки виділяє ті ознаки, які властиві будь-якому експерименту.

Найважливішим для методології як науки є вивчення проблеми, побудова предмета дослідження і наукової теорії, перевірки істинності результатів.

## **Методологія наукового пізнання**

Французький учений Р. Декарт у разі вирішення складних методологічних проблем вважав за необхідне як вихідні допускати чіткі та ясні думки, істинність яких не викликає сумніву; розчленувати складні проблеми на окремі, рухаючись від простого до складного; методично переходити від невідомого до відомого, від доведеного до недоведеного; а також не допускати пропусків у логічних ланках дослідження.

Методологія наукового пізнання визначає метод (прийом, спосіб, підхід або їхню сукупність), який використовує людина в практичній і теоретичній діяльності для вирішення поставленої проблеми. Сукупність методів з детально опрацьованою послідовністю і логічністю становлять методiku (щось на зразок алгоритму дій).

Науково обґрунтовані методи отримання об'єктивних знань – це наукова методологія. Вона охоплює науково обґрунтований механізм доцільності використання тих чи інших методів, їхнє обґрунтування відповідно до поставлених цілей. Будь-якому дослідженню передують наукові факти – події, явища, предмети, які утворюють необхідні ланки причинно-наслідкових зв'язків. Наукові факти є результатом спостереження та експерименту; спостереження як метод дають змогу виділити найсуттєвіші ознаки і відношення. Поглибленню цього методу й активнішому впливу на дослідження допомагає експеримент. Проте не в усіх галузях знань можна використовувати експеримент, наприклад, в астрономії.

Кожна з наукових галузей формує свої наукові методи, використання яких обмежене предметним полем конкретної наукової дисципліни.

З розвитком науки відбуваються об'єктивні процеси диференціації єдиної наукової дисципліни на окремі галузі. У географії – на геоморфологію, кліматологію, гідрологію та ін.; геології – на петрографію, мінералогію, історичну геологію; біології – на цитологію, ботаніку, зоологію, екологію. Кожна з новоутворених наукових дисциплін окреслює своє поле дослідження, свій предмет, об'єкт і метод.

Зворотним процесом диференціації є інтеграція – утворення нових наук на їхньому зіткненні, наприклад, біогеографії (біології та географії), екології (біології та ландшафтознавства) та ін.

Невіддільною ознакою методології наукового пізнання є використання кількісного підходу для окреслення найсуттєвіших характеристик явищ і процесів. Кількісна оцінка слугує передумовою виявлення якісних характеристик. Одночасно вона зумовлює виявлення певних ознак і відношень об'єкта дослідження відповідно до проблеми завдань та об'єкта дослідження, тобто абстрагування. Вона створює деякі ідеальні об'єкти на противагу реальним. Отже, зібрані фактичні дані в послідовній зміні (і повторюваній закономірності) створюють передумови виявлення внутрішніх зв'язків між різноманітними фактами, які змінюють одні одних. Шлях поєднання й узагальнення зібраних даних певної сукупності даних дає змогу перейти від окремого до загального — індукції. На противагу індукції, як зазначено вище, дедукція є науковою операцією переходу від загального до окремого.

І індукція, і дедукція (як аналіз і синтез) пов'язані з принципом цілісності (холістичний принцип), коли ціле більше від суми частин. Іншими словами, злиття декількох різних елементів спричиняє появу нових об'єктів, властивості яких не збігаються з властивостями його елементів.

## **Формалізація. Мова науки**

У науковому пізнанні використовують різні підходи, кожен з яких оперує множиною символів (знаків). За-

стосування символіки, у тому числі математичної потребує наявності певного числа, знаків і правил, за якими можна отримати логічну побудову “слів” чи “алгоритмів” й оперувати ними не лише в одній системі, а й переходити до іншої. Так, вибудовують формальну знакову систему у вигляді певної штучної мови. Оперування знаками за таких умов – це і є формалізація, яка забезпечує стислість і чіткість викладу інформації, проте одночасно передбачає конкретний зміст. Наукову інформацію такого типу найбільше використовують у математичній логіці та кібернетиці.

Мова науки містить чимало спеціальних термінів (засобів формалізації), для чого створюють різні штучні умови, у яких нема багатозначності термінів (полісемія), точний синтаксис (правила зв'язку між знаками безвідносно до їхнього змісту). Водночас формалізовані мови не є єдиною формою науки, оскільки прагнення до об'єктивності потребує використання неформалізованих систем.

**Спостереження** – це чуттєве відображення явищ та процесів навколишнього світу, вихідний метод емпіричного пізнання, який дає змогу отримати первинну інформацію про об'єкт навколишньої дійсності. Наукове спостереження має низку особливостей: цілеспрямованість (спостереження потрібно вести для досягнення поставленої мети дослідження), сприйняття явищ і предметів дійсності; планомірність (спостереження має відбуватися відповідно до мети дослідження), зв'язана з ходом наукових досліджень, зокрема, збиранням фактів для підтвердження чи заперечення якоїсь із гіпотез, а надалі – теоретичних узагальнень; активність (дослідник повинен вести пошук, виділяти потрібні моменти в явищі, за яким спостерігає, залучаючи для цього свої знання й досвід, використовуючи різні технічні засоби спостереження).

Наукові спостереження завжди супроводжуються описом об'єкта пізнання для того, щоб зафіксувати ті властивості чи сторони досліджуваного об'єкта, які є предметом дослідження. Опис результатів спостережень становить емпіричний базис науки, спираючись на який дослідники формують емпіричні узагальнення, порівнюють досліджувані об'єкти за

тими чи іншими параметрами, виконують їхню класифікацію за певними властивостями, характеристиками, з'ясовують послідовність етапів їхнього становлення та розвитку.

Кожна наука проходить первісну “описову” стадію розвитку. Опис повинен відтворювати достовірну й адекватну картину самого об'єкта, точно відображати досліджувані явища. Важливо, щоб поняття, які використовуються для опису, завжди мали чіткий та однозначний зміст. У процесі розвитку науки, формування її основ зазнають змін і засоби опису, часто виникають нові системи понять.

За способом проведення спостереження бувають безпосередніми й опосередкованими. Безпосередні спостереження дають змогу відображати, сприймати ті чи інші властивості, ознаки об'єкта за допомогою органів чуття. Такі спостереження дали багато корисного для розвитку науки.

Сьогодні безпосередні візуальні спостереження широко використовують у космічних дослідженнях як важливий (а іноді й незамінний) метод наукового пізнання. Можливість візуального методу спостережень значно збільшується, якщо використовувати інструменти, які розширюють поле людського зору (наприклад, біноклі, зорові труби, прилади нічного бачення з оптико-електронним посиленням світла).

Хоча безпосередні спостереження й надалі відіграють важливу роль у сучасній науці, однак найчастіше наукове спостереження буває опосередкованим, тобто відбувається за допомогою тих чи інших технічних засобів. Спостерігач залежить від процесу чи явища об'єкта, до них він пристосовується, приймає визначені наукою (і методом) різні норми і правила праці.

**Мислення** – вищий ступінь пізнання, яке формується на відчуттях і сприйняттях, проте ними воно не обмежується. Можна абстрагуватися, спираючись на мислення без безпосереднього зв'язку з об'єктом, а також оперувати знанням одного об'єкта порівняно з іншими. Саме ця ознака дає змогу теоретично мислити, займатися теоретичною діяльністю, що лише опосередковано пов'язана з емпіричним пізнанням. Отже, мислення є відображенням у мозку

людини суттєвих властивостей, причинних зв'язків і закономірних зв'язків явищ. Формами мислення є поняття, судження, умовиводи.

У поняттях відображені загальні й суттєві властивості об'єктів і явищ. Крім загальних ознак, поняття групують і класифікують відповідно до відмінностей об'єктів. Не все, що людина може зрозуміти, вона може уявити. Наприклад, краса, добро, відстань від Землі до Сонця... Поняття завжди асоціюються у вигляді суджень і в певних зв'язках між різними сторонами об'єкта або між об'єктами.

Судження є формою мислення; ствердження як вираження певних зв'язків і відношень ознак та об'єктів. Судження оцінюють як істинні чи ні на практиці, безпосереднім спостереженням того чи іншого факту або опосередковано за допомогою висновків. Висновки можна вважати міркуванням на підставі суджень. Мислення виявляється опосередкованим пізнанням об'єктів через опосередкованість зв'язків причинно-наслідкових відношень дійсності; на підставі сприйняття наслідку виявляють причину, і навпаки. Людина пізнає дійсність із власного досвіду і за допомогою інших складових... З пізнанням тісно пов'язане узагальнення, експеримент і спостереження. Все це формує теоретичне мислення, яке покликане вибудовувати отримані дані у струнку логічно узгоджену систему.

Вимірювання виявляє кількісні значення тих чи інших властивостей, сторін досліджуваного об'єкта або явища за допомогою спеціальних технічних пристроїв.

Метод вимірювання охоплює систему фіксування та реєстрації кількісних характеристик досліджуваного об'єкта за допомогою різноманітних вимірювальних приладів та апаратів; це процес визначення відношення однієї кількісної характеристики об'єкта до іншої однорідної з нею, прийнятої за одиницю вимірювання. Основними функціями методу вимірювання є фіксування кількісних характеристик об'єкта та класифікація і порівняння результатів вимірювання. Важливе значення в процесі емпіричного наукового дослідження мають експериментальні методи, які є певною системою

пізнавальних операцій, пов'язаних з дослідженням об'єктів у спеціально створених для цього умовах, які сприяють виявленню, вимірюванню, порівнянню їхніх властивостей та зв'язків.

Вимірювання є процесом визначення кількісних значень ознак об'єкта. У процедурі важливе значення мають інструментарій і методика виконання вимірювань. У ході вимірювання отримують певний результат, який видають у вигляді безлічі одиниць вимірювання як еталонів. Важливою стороною процесу вимірювання є методика його проведення. Це сукупність прийомів, що ґрунтуються на певних принципах і засобах вимірювання. Під принципами вимірювання в цьому випадку розуміють якісь явища, що є в основі вимірювань.

Наявність суб'єкта (дослідника), який виконує вимірювання, не завжди обов'язкова. Він може й не брати особистої участі в процесі вимірювання, якщо вимірювальна процедура є складовою частиною роботи автоматичної інформаційно-вимірювальної системи.

Результат вимірювання має вигляд певного числа одиниць вимірювання. Одиниця вимірювання – це еталон, з яким порівнюють характеристику об'єкта або явища, що вимірюють (еталону присвоюють числове значення "1"). Існує багато одиниць вимірювання, що відповідає великій кількості об'єктів, явищ, їхніх властивостей, характеристик, зв'язків, які доводиться вимірювати в процесі наукового пізнання. Одиниці вимірювання поділяють на основні, які є базисними в разі побудови системи одиниць, і похідні, які виводять з інших одиниць на підставі якихось математичних співвідношень.

За основу початкової методики побудови системи одиниць як сукупності основних і похідних одиниць прийнято три довільні незалежні одна від одної основні одиниці – довжини (міліметр), маси (міліграм) і часу (секунда). Усі інші (похідні) одиниці можна визначити за допомогою цих трьох. Пізніше з'явилися й інші системи одиниць, побудовані за принципом, який запропонував К. Гаусс. Вони ґрунтувались на метричній системі мір, проте відрізнялися одна від одної основними одиницями.

Крім того, у фізиці з'явилися так звані природні системи одиниць. Їхні основні одиниці визначали на підставі законів природи (це вилучало сваволю людини як чинника, що впливає на побудову зазначених систем).

Найбільше поширена сьогодні в природознавстві Міжнародна система одиниць (СІ), прийнята 1960 р. на XI Генеральній конференції з питань мір і ваги. В основі Міжнародної системи одиниць – сім основних (метр, кілограм, секунда, ампер, кельвін, кандела, моль) і дві додаткові (радіан, стерадіан) одиниці. За допомогою спеціальної таблиці множників і префіксів можна утворювати кратні й часткові одиниці (наприклад, за допомогою множника  $10^3$  і додавання префікса “мілі” до назви кожної із зазначених вище одиниць вимірювання можна утворювати часткову одиницю – в одну тисячну від вихідної).

Міжнародна система одиниць фізичних величин є найбільш досконалою та універсальною серед усіх, які існували досі. Вона охоплює фізичні величини механіки, термодинаміки, електродинаміки й оптики, що пов'язані між собою фізичними законами.

Є кілька видів вимірювань. З огляду на характер залежності вимірюваної величини від часу вимірювання поділяють на статичні й динамічні. Під час статичних вимірювань величина, яку вимірюють, є сталою в часі (вимірювання розмірів тіл, сталого тиску тощо). До динамічних належать такі вимірювання, у ході яких величина змінюється в часі (вимірювання вібрацій, змінних тисків тощо).

За способом одержання результатів розрізняють вимірювання прямі й непрямі. Коли проводять прямі вимірювання, невідоме значення визначають за допомогою вимірювального приладу. Якщо вдаються до непрямого вимірювання, то шукану величину визначають за допомогою відомої математичної залежності між цією величиною та іншими, одержаними шляхом прямих вимірювань (наприклад, визначення питомого електричного опору провідника за його опором, довжиною й площею поперечного перерізу). Непрямі вимірювання широко використовують у тих випадках, коли шукану величину



неможливо або занадто складно виміряти безпосередньо або коли пряме вимірювання дає менш точний результат.

Процес пізнання завжди починається з розгляду конкретних предметів, їхніх зовнішніх ознак, властивостей, зв'язків, які людина сприймає за допомогою органів чуття. Тільки внаслідок вивчення чуттєво-конкретного людина приходить до якихось узагальнених уявлень, понять, тих чи інших теоретичних положень, тобто до наукових абстракцій. Формування цих абстракцій пов'язане зі складним процесом мислення, що має здатність до абстрагування.

**Експеримент** (від лат. *experimentum* – спроба, дослід). У практику наукових досліджень його ввів Г. Галілей як критерій істини. Учений сформував фундаментальний принцип інерції (будь-яке тіло знаходиться у стані спокою або рівномірного прямолінійного руху при відсутності дії на нього сторонніх сил), який згодом І. Ньютон вивів у законі інерції.

Експеримент – метод чи прийом дослідження, за допомогою якого об'єкт ставлять у певні умови; метод емпіричного рівня наукового пізнання, спосіб чуттєво-предметної діяльності, коли явища вивчають за допомогою доцільно обраних чи штучно створених умов. Він дає змогу досліджувати об'єкти в так званому чистому вигляді, що в експериментальних умовах сприяє глибшому проникненню в їхню сутність. Важливою перевагою експерименту є його повторюваність. У цьому разі збирають і перевіряють факти, які уточнюють за допомогою статистичного опрацювання. Досліджуваний об'єкт перебуває у змінених умовах, що дає підстави виявити причинну залежність між заданими умовами і параметрами досліджуваного об'єкта, а також виявити ті нові ознаки об'єкта, які не виявляються безпосередньо у звичних умовах, виявити, як змінюються ці властивості зі зміною умов. Отже, на відміну від спостереження, експеримент змінює умови перебігу процесу. Сучасне експериментальне обладнання безпосередньо пов'язане з мисленням, особливо з появою лазерної техніки, спектрометрів та комп'ютерної техніки.

Отже, експеримент – складніший метод емпіричного пізнання порівняно зі спостереженням. Він дає змогу вивчати

об'єкт, усуваючи різні побічні чинники, нашарування, які ускладнюють процес дослідження. Наприклад, проведення деяких експериментів неможливе без спеціально обладнаних приміщень, захищених (екранованих) від зовнішніх електромагнітних впливів на досліджуваній об'єкт. Крім того, у ході експерименту об'єкт може перебувати в штучних, певною мірою екстремальних умовах, тобто його вивчають за наднизьких температур, надзвичайно високих тисків або, навпаки, у вакуумі, у середовищі з величезною напруженістю електромагнітних полів тощо.

Експериментатор, вивчаючи який-небудь процес, може втручатися в нього, активно впливати на його хід і відтворювати перебіг експериментів. Підготовка й проведення експерименту передбачає наявність чітко сформульованої мети дослідження і ґрунтується на якихось вихідних теоретичних положеннях згідно з певним планом і технічними засобами.

Дослідницькі експерименти дають змогу виявити в об'єкті нові, невідомі властивості. Результатом таких експериментів можуть бути висновки, що не випливають з попередніх знань про об'єкт дослідження.

Уявний експеримент припускає оперування ідеалізованим об'єктом (що заміщує в абстракції об'єкт реальний). Оперування полягає в уявному створенні того чи іншого стану, різних ситуацій, що дає змогу виявити якісь важливі особливості досліджуваного об'єкта. У цьому є певна подібність між уявним (ідеалізованим) і реальним експериментами. Водночас будь-який реальний експеримент, перш ніж його буде здійснено на практиці, дослідник спочатку змальовує в уяві – у процесі обмірковування, планування. У цьому випадку уявний експеримент відіграє роль попереднього ідеального плану реального експерименту. Також уявний експеримент відіграє і певну самостійну роль у науці: зберігаючи подібність з реальним експериментом, він суттєво відрізняється від нього.

У реальному експерименті доводиться враховувати реальні фізичні й інші обмеження щодо його проведення, неможливість у деяких випадках усунути негативний вплив зовнішніх

чинників у ході проведення експерименту, спотворення одержаних результатів через зазначені причини. У цьому уявний експеримент має явні переваги над експериментом реальним. В уявному експерименті можна абстрагуватися від дії небажаних чинників, провівши його в ідеалізованому, чистому виді.

У науковому пізнанні бувають випадки, коли в ході дослідження деяких явищ, ситуацій провести реальні експерименти взагалі неможливо. Цю прогалину в пізнанні може заповнити тільки уявний експеримент.

Експеримент є засобом отримання нового знання про дійсність. Іноді він може постати як універсальний метод, який допомагає пізнавати істину, а емпіричність, раціональність та логічність є базою для побудови наукового експерименту. Його особливість – зростання ролі теоретичних і експериментальних досліджень. Він пов'язаний з тією чи іншою теорією, покликаний перевірити гіпотезу й обґрунтувати природничо-наукову істину.

Мета експерименту в натуралістичній концепції – пізнання істини, яку закладено в подіях та фактах. Експеримент містить науковість, а модернізм передбачає пошук нового в різні способи. Розширене тлумачення експерименту як способу перевірки добутого факту, як метод накопичення знань і водночас є основою творчого методу. Як природничо-науковий метод пізнання, він охоплює логічні й теоретичні засоби (Бобильов Ю. П., 2003).

Між поняттям “експеримент”, “нове” і “традиція” існує співвідношення (поняття “експеримент” і “традиції” ніби протилежні).

Експеримент супроводжується спостереженням і різноманітними вимірюваннями, що дає змогу в метричних одиницях означити кількісну сторону явищ і використати методу (алгоритм ходу дослідження). Його можна розглядати як втручання в хід подій, що надає їм певного напрямку. Невіддільними складовими експерименту є технічне забезпечення, правильність (коректність) формулювання проблем, особливо в сучасних дослідженнях, з яких експериментальні

дані використовують для визначення правильності наукових уявлень, гіпотез, пізнання не вивчених параметрів об'єктів дослідження.

**Аналіз** (від гр. *analysis* – розкладання) – це розділення предмета на його складові частини (сторони, ознаки, властивості, відношення) для їхнього всебічного вивчення. Це метод наукового пізнання, за основу якого взято процедуру реального або уявного розділення предмета на частини для ліпшого розуміння цілого. Такими частинами можуть бути будь-які матеріальні елементи об'єкта або ж його властивості, ознаки, зв'язки тощо.

Отже, аналіз — необхідний етап у пізнанні об'єкта. З найдавніших часів його застосовували, наприклад, для розкладання на складові деяких речовин. Тому він посідає важливе місце у вивченні об'єктів і є органічною складовою будь-якого наукового дослідження як перший етап, коли дослідник переходить від нерозділеного опису об'єкта до виявлення його будови, складу, властивостей і ознак.

Аналітичні складові порівнюють, якісно і кількісно зіставляють досліджувані властивості, ознаки об'єктів і явищ; порівняння спрямоване на пошуки відмінностей (а не подібності). Метод порівняння є в основі будь-яких вимірювань, експериментальних досліджень.

**Узагальнення** – це метод наукового пізнання, за допомогою якого фіксують загальні ознаки і властивості певного класу об'єктів та переходять від одиничного до особливого й загального, від менш до більш загального.

У процесі пізнання доводиться, спираючись на наявні знання, робити висновки, які є новим знанням про невідоме. Перехід від невідомого до відомого або ж навпаки спирається на загальні принципи і відбувається за допомогою індукції та дедукції.

**Синтез** (гр. *synthesis* – з'єднання, об'єднання) – метод наукового пізнання, у якому різні елементи з'єднують не механічно, а узагальнювально-аналітично відповідно до вивчення особливостей об'єкта. Це об'єднання раніше виділених частин (сторін, ознак, властивостей, відношень) предмета в

єдине ціле. Він розкриває місце й роль кожного елемента в цілісній системі, установлює взаємозв'язок і взаємозалежність між ними, тобто дає змогу зрозуміти справжню діалектичну єдність досліджуваного об'єкта. Аналіз і синтез – єдині й неперервні методи наукового пізнання, які органічно взаємопов'язані і взаємозумовлюють один одного на кожному етапі процесу пізнання. Прийоми аналізу і синтезу широко використовують під час вивчення структури явищ.

Аналіз і синтез з успіхом використовують також у сфері розумової діяльності людини, тобто в теоретичному пізнанні. Однак і тут, як і на емпіричному рівні пізнання, аналіз і синтез – це не дві відірвані одна від одної операції. За сутністю вони – дві сторони єдиного аналітико-синтетичного методу пізнання.

**Індукція** (від лат. *inductio* – наведення, спонукання) – метод наукового пізнання, коли на підставі знання про окреме роблять висновок про загальне. Спосіб міркування, за допомогою якого визначають обґрунтованість висунутого припущення чи гіпотези. В реальному пізнанні індукція завжди перебуває в єдності з дедукцією, органічно пов'язана з нею. Сучасній науці відомі також різні індуктивні теорії, які характерні для емпіричних наук. Результатом індукції є висновки, що виводять на підставі спостережень одиничного й окремого, тобто емпіричні закони. Найбільш обґрунтовано його розвинув Ф. Бекон.

Метод індукції широко використовують майже всі природничі дисципліни. На думку Ф. Бекона індукція є головним засобом пізнання природи.

Дослідник, виявляючи подібні ознаки, властивості багатьох об'єктів певного класу, робить висновок про наявність цих ознак, властивостей у всіх об'єктів цього класу. Індукцію, яку використовують у науковому пізнанні, реалізують у вигляді методів: єдиної подібності (у всіх випадках під час спостереження якогось явища виявляється лише один спільний чинник, усі інші – різні; отже, цей єдиний подібний чинник і є причиною явища); єдиної відмінності (якщо обставини виникнення якогось явища та обставини, за яких воно не ви-

никає, майже в усьому подібні й відрізняються лише одним чинником, що наявний тільки в першому випадку, то можна зробити висновок, що цей чинник і є причиною явища); поєднання методу подібності й відмінності (це комбінація двох наведених вище методів); супровідних змін (якщо певні зміни одного явища кожного разу спричиняють певні зміни іншого явища, то звідси випливає висновок про причинний зв'язок між цими явищами); залишків (якщо складне явище зумовлене багатофакторною причиною, причому деякі з цих чинників відомі як причина якоїсь частини явища, то звідси випливає висновок: причина іншої частини явища – інші чинники, що є загальною причиною цього явища).

Індукція є передумовою до забезпечення загальнішого рівня розгляду і мислення проблеми. Її застосовують для розв'язування задач, пов'язаних з систематизацією, класифікацією, науковим узагальненням. Індукцію іноді поділяють на повну, популярну, наукову. Повна індукція прагне розглянути максимальну кількість ознак об'єктів або явищ, які класифікуємо. Наукова індукція розглядає найсуттєвіші ознаки класифікації; проміжною ланкою між ними є популярна індукція.

**Дедукція** (від лат. *deductio* – виведення) виражає логічний хід міркувань від загального до окремого, є в основі найбільш модерних за значимістю методологій системного підходу й аналізу. Приклади дедукції – аксіоми, постулати, гіпотези. Дедукція – основний метод доказу, невіддільний атрибут нового мислення. Доказ спирається на аргументи й засади (аксіоми) і є теоретичним завданням.

Дедукція – метод, який полягає в знанні якихось загальних положень. Інакше кажучи, це є рух нашого мислення від загального до часткового, окремого. Загальні принципи й закони не дають ученим у процесі дедуктивного дослідження збитися зі шляху, вони допомагають правильно зрозуміти конкретні явища дійсності.

Усі природничі науки одержують нові знання за допомогою дедукції, проте особливо важливе значення дедуктивного методу в математиці. Оперуючи математичними аб-

стракціями й будуючи свої міркування на дуже загальних положеннях, математики змушені найчастіше вдаватися до дедукції. І математика є, мабуть, єдиною власне дедуктивною наукою. Однак не можна применшувати ролі дедукції в усіх природничих науках, водночас абстракції, судження, ті чи інші множення найефективніше використовує математика. У науці Нового часу пропагандистом дедуктивного методу пізнання був відомий математик і філософ Р. Декарт.

**Абстрагування** (від лат. *abstrahere* – відволікати) – метод мисленого відволікання частини властивостей, зв'язків, відношень об'єкта пізнання для його спрощення і виділення найсуттєвіших ознак; один з важливих загальнонаукових методів пізнання.

У процесі абстрагування відбувається перехід (сходження) від сприйнятих конкретних об'єктів (з усіма їхніми властивостями, сторонами тощо) до абстрактних уявлень про них, відтворених у мисленні. Абстрагування, отже, полягає в уявному нехтуванні якимись менш суттєвими властивостями, ознаками, зв'язками досліджуваного об'єкта з одночасним виділенням, формуванням однієї чи декількох суттєвих ознак, властивостей, зв'язків цього об'єкта. Результат, одержаний у ході абстрагування, називають абстракцією (або використовують термін “абстрактне” – на відміну від “конкретного”).

У науковому пізнанні широко застосовують, наприклад, абстракції ототожнення та ізолювальні абстракції. Абстракція є результатом ототожнення деякої множини предметів (у цьому разі відволікаються від цілого ряду індивідуальних властивостей, ознак предметів) та об'єднання їх в особливу групу. Прикладом може бути групування всієї різноманітності рослин і тварин, які існують на нашій планеті, в особливі види, роди, родини і так далі; ізолювальна абстракція є результатом виділення певних властивостей, ознак, взаємозв'язків, нерозривно пов'язаних із предметами матеріального світу в самостійні сутності (стійкість, розчинність, електропровідність тощо).

Перехід від чуттєво-конкретного до абстрактного завжди пов'язаний з певним спрощенням дійсності. Водночас, виходячи від чуттєво-конкретного, теоретичного, дослідник має змогу глибше зрозуміти досліджуваний об'єкт, усвідомити його сутність.

Розумова діяльність дослідника в процесі наукового пізнання передбачає особливий вид абстрагування, який називають ідеалізацію. Ідеалізація – це уявне внесення певних змін у досліджуваний об'єкт відповідно до мети дослідження.

Унаслідок таких змін можуть бути, наприклад, вилучені з розгляду якісь властивості, ознаки, зв'язки об'єктів.

Доцільність використання ідеалізації визначають такі обставини, які досить складні за наявних засобів теоретичного (зокрема математичного) аналізу. Необхідно вилучати деякі властивості, зв'язки досліджуваного об'єкта, без яких він існувати не може, але які затемнюють сутність процесів, що відбуваються в ньому. Складний об'єкт тоді постає немовби в “очищеному” вигляді, що полегшує його вивчення. Застосування ідеалізації доцільне тоді, коли ознаки, властивості, зв'язки досліджуваного об'єкта, які вилучають з розгляду, не впливають у межах дослідження на його сутність.

Як різновид абстрагування, ідеалізація припускає елемент чуттєвої наочності (звичайний процес абстрагування приводить до утворення уявних абстракцій, які практично позбавлені будь-якої наочності). Ця особливість ідеалізації дуже важлива для реалізації такого специфічного методу теоретичного пізнання, яким є уявний експеримент.

Абстрагування сприяє проникненню пізнання у сутність явищ, руху пізнання від явищ до сутності, розчленовує, схематизує цілісну рухому дійсність, що забезпечує глибше вивчення окремих сторін предмета. Надалі однорідність абстрагування знімається розвитком пізнання загалом, де абстракція зникає в процесі відображення дійсності.

Ідеалізація є процесом абстрагування про ідеалізовані ефекти, мислений витвір абстрактних об'єктів, процес утворення понять (точка, абсолютно чорне тіло). У природничо-науковому пізнанні послуговуються мисленим переходом від



окремого до загального (узагальненням). Перехід думки від більш до менш загального є процесом обмеження. Обидва процеси – узагальнення й обмеження – нерозривно пов'язані. Узагальнення – складова теорії, до якої прагне будь-яка наука у вирішенні своїх конкретних завдань.

Пов'язана ідеалізація з внесенням певних змін у досліджуваний об'єкт відповідно до мети. Зазвичай, ідеалізація пов'язана зі складністю об'єкта дослідження; крім того, ідеалізація дає змогу абстрагуватись від деяких ознак і властивостей складних об'єктів.

Метод ідеалізації, який загалом є дуже плідний, має водночас певні обмеження. Розвиток наукового пізнання змушує іноді відмовлятися від прийнятих раніше ідеалізованих уявлень. Так відбулося, наприклад, коли А. Айнштайн створив спеціальну теорію відносності, з якої були вилучені ньютонівські ідеалізації “абсолютного простору” та “абсолютного часу”. Крім того, будь-яка ідеалізація обмежена конкретною областю явищ і придатна для вирішення тільки обмеженого кола проблем.

Сама по собі ідеалізація, хоч і може бути плідною і навіть спроможна спонукати до наукового відкриття, не є ще достатньою підставою для того, щоб зробити це відкриття. У зазначеному випадку визначальну роль відіграють теоретичні установки, якими керується дослідник.

Основне позитивне значення ідеалізації як методу наукового пізнання полягає в тому, що одержані завдяки ідеалізації теоретичні припущення дають змогу ефективно досліджувати реальні об'єкти та явища. Спрощення, як результат ідеалізації, полегшує створення теорії, допомагає розкрити закони досліджуваних явищ.

Гіпотеза (від гр. *hypothesis* – припущення) – це форма та засіб наукового пізнання, за допомогою якої формують один з можливих варіантів вирішення проблеми, істинність якої ще не доведена. Вона є формою розвитку наукового пізнання, засобом переходу від невідомого до відомого, від незнання до знання, від неповного, неточного знання до більш повного. Гіпотези висувають у контексті розвитку науки для вирішення якої-небудь конкретної проблеми з метою пояснити нові

експериментальні дані або ж для усунення суперечностей між теорією та негативними даними експериментів шляхом перевірки доведення. Після цього гіпотеза перетворюється в наукову теорію або її змінюють новою гіпотезою. Заміна однієї гіпотези іншою в процесі розвитку наукового пізнання не означає, що попередня була некорисною на певному етапі: висунення нової гіпотези, зазвичай, спирається на результати перевірки попередньої, навіть тоді, коли результати були негативними. Тому стара гіпотеза зрештою стає необхідним історичним і логічним етапом становлення нової.

На підставі ідеї, проблеми та гіпотези формується наукова концепція, яка обґрунтовує основну ідею теорії.

Теорія як система наукового знання виникає не відразу. Найважливішу роль у її становленні відіграє гіпотеза, що є формою переходу від фактів до законів. Є два погляди на суттєвість гіпотези. Згідно з однією, “гіпотеза” означає особливого роду наукову теорію. Тут припущення відіграє ту роль, яку в теорії відіграє ідея. За іншим поглядом, гіпотезу отожднюють з припущенням. Однак недоцільно вважати припущення гіпотезою, оскільки існують і такі припущення, які не можна назвати гіпотетичними. Прикладом може слугувати відоме в математиці методичне припущення в ході доведення від супротивного. Специфічною особливістю гіпотетичного припущення є реальність його мислення. Припущення сприяє відкриттю нових фактів і їхньому збиранню, виходячи з певної позиції. Воно спонукає цілеспрямовано досліджувати різноманітні явища для виявлення даних, що підтверджують або спростовують його.

Припущення в гіпотезі виростає з розмаїття фактичного матеріалу, тоді як здогадку створюють без достатньої підстави. Наприклад, твердження Левкіппа і Демокріта про те, що всі тіла складаються з атомів, – не більше ніж здогад. У розвитку гіпотеза проходить стадії накопичування фактичного матеріалу і висловлювання на його підставі припущення; формування гіпотези, тобто виведення аналізу зі зробленого припущення, розростання на його засадах цілої теорії – припущення.

Якщо в разі дослідів виявляється, що вони відповідають дійсності, то гіпотеза перетворюється в наукову теорію. Причому таке перетворення – це процес, змістом якого є як усебічний розвиток і поглиблення гіпотези, так і щораз ґрунтовніша її практична перевірка. В звичайній гіпотезі роблять припущення про фізичні властивості об'єкта, а після цього вже дають його математичну теорію. У разі застосування методу математичної гіпотези послідовність дій прямо протилежна: спочатку конструюють математичний опис об'єкта, а після цього знаходять фізичне тлумачення отриманих результатів. Математичні гіпотези підпорядковані принципу відповідності, тобто у випадку переходу до умов колишньої теорії нові рівняння повинні переходити в колишні з дотриманням законів збереження, без порушення закону причинності. Крім того, рівняння повинні бути інваріантні щодо системи перетворень, що вважають обов'язковими для будь-якої фізичної теорії.

Отже, наукове знання можна розглядати як складну систему з дуже розгалуженою ієрархією структурних рівнів, визначеною системою понять і суджень, які відображають суттєві та закономірні внутрішні зв'язки тієї чи іншої предметної області дійсності. Вона пояснює предметні факти з єдиного погляду, приводячи їх до стрункої системи узагальнювального знання.

Зрозуміло, що наукова гіпотеза виходить за межі фактів, на яких вона вибудована. Гіпотеза стає законом, якщо вона підтверджена емпірично. Гіпотеза може перерости в закон або бути відкинутою.

Сукупність декількох законів, що стосуються однієї галузі пізнання, називають теорією.

**Теорія** (від гр. *theoria* – розгляд, вивчення). Під теорією розуміють систему знань, що описує і пояснює сукупність явищ дійсності і зводить відкриті в цій галузі закони до єдиного об'єднавчого початку. Побудова теорії спирається на результати отримані на емпіричному рівні дослідження. В теорії ці результати упорядковують, зводять у струнку систему, об'єднану загальною ідеєю, уточ-

нюють на підставі абстракцій, ідеалізацій, принципів, які вводять у теорію.

Наукова теорія повинна бути адекватна об'єкту, який описують, і давати змогу в певних межах замінити експериментальні дослідження теоретичними дослідженнями. Вона узгоджена з відповідними вимогами повноти опису сегмента дійсності, тобто все багатство дослідних даних у цій галузі повинне бути описане в термінах вхідного базису теорії, за допомогою її основних принципів, понять, абстракції, ідеалізації, аксіом тощо. Крім того, у теорії мають бути пояснені взаємозв'язки між різноманітними компонентами, що забезпечують перехід від одних тверджень до інших, а також внутрішньою відповідністю її дослідним даним. В іншому разі теорія повинна бути вдосконалена або відкинута.

Теорії, що задовольняють викладені вимоги, загалом є евристичними, конструктивними і простими. Евристичність теорії відображає її сподівані й пояснювальні можливості і слугує вагомим аргументом на користь істинності теорії.

Наукову теорію можна вважати моделлю, вона подібна до реального об'єкта, проте не ідентична, а тому з моделі не можливо вивести реальних прогнозів.

Теорія є системою взаємопов'язаних гіпотез, експериментальних законів, принципів, методів, доказів тощо. Вона – найповніша і внутрішньо незаперечна система знань, яка дещо відрізняється від інших форм знання – моделей, аналогій і гіпотез, логічною упорядкованістю взаємодій.

Теорії можна розділити на детерміністські, стохастичні, феноменологічні й динамічні; крім того, загальні теорії поділяють на емпіричні та теоретичні. В математичних теоріях, що містять моделі для опису і пояснення відповідного емпіричного матеріалу, структури виражені чіткіше, ніж в емпіричних, а в емпіричних вони багатші, бо містять більше елементів, ніж математичні. Однак такий поділ не пов'язаний з ієрархічною впорядкованістю і тому його доповнюють ієрархічною ознакою (за ступенем розвиненості теорії).

Наукова теорія є визначеною системою понять і суджень, які відображають суттєві та закономірні внутрішні зв'язки тієї

чи іншої предметної галузі. Вона пояснює предметні факти з єдиного погляду, приводячи їх до стрункої системи узагальнювального знання. Отже, теорія, по-перше, виокремлюється логічністю, впорядкованістю взаємодій уведених до її складу елементів знання; по-друге, гносеологічними функціями.

Математичні теорії широко використовують кількісну мову і містять моделі для опису й пояснення відповідного емпіричного матеріалу. До них належать більшість теорій у фізиці, хімії, технічних дисциплінах, вони починають проникати в біологію, лінгвістику, економічні й інші науки. За структурними особливостями ці теорії називають ще дедуктивними (побудовані за дедуктивним методом).

Емпіричну теорію, яка піддана дедукції (логічній конструкції) і має емпіричну інтерпретацію, називають гіпотетико-дедуктивною теорією.

Л. Б. Баженов зазначив, що гіпотетико-дедуктивний метод, або метод сходження від абстрактного до конкретного, є загальним методом побудови наукової теорії в розвинених наукових дисциплінах, який має в разі використання, зокрема в фізиці, два різновиди: метод принципів і метод гіпотез. З розглядом питань про роль методу і гіпотез тісно пов'язана проблема феноменологічних (описових) і динамічних (пояснювальних) теорій.

Під феноменологічною теорією розуміють таке формулювання закономірностей у сфері спостережуваних явищ, у яких роблять спробу звести описові зв'язки до загальних законів природи, які є в їхній основі.

Сучасній науці відомо також різні індуктивні теорії, які характерні для емпіричних наук. Їх поділяють на описові та математичні.

Описові теорії містять терміни, що означають об'єкти відповідних предметних галузей, їхні властивості і відношення.

Математизовано індуктивні теорії відрізняються тим, що в них широко застосовують математичні методи і будують математичні моделі об'єктів. Отже, під теорією розуміємо систему істинного знання, що оперує ідеалізованими, ідеальними моделями, які абстрагуються від реальних об'єктів.

Теорія в процесі розвитку прагне досягти внутрішнього завершення і злагодження, систематизації, що охоплює активний творчий процес, у ході якого досягають глибшого віддзеркалення дійсності. В ході систематизації закони посідають центральне місце в організації знань, тобто їм надають такої форми, в якій вони можуть функціонувати в суспільстві і бути використаними в практичній діяльності. Характер систематизації визначений тими завданнями, які ставлять перед теорією. Без знання законів систематизація має випадковий, довільний характер. Закони науки розкривають сутність об'єктів, явищ, процесів, допомагають відрізнити суттєве від несуттєвого, головне від другорядного, розташовувати емпіричний матеріал у строго умотивованому порядку, де одне явище з необхідністю впливає з іншого. У підсумку одержують систематизовану теорію предмета, вираження його сутності. В конспекті законів емпіричний матеріал набуває певного сенсу. Закон зводить нескінченне розмаїття матеріалу до єдиної основи. Структура теорії визначена структурою об'єкта, який відображають.

Отже, теорії є найскладнішими та концентрованими формулами наукового знання, емпіричним базисом, знанням фактів, з'ясованих під час експериментів і теоретичного узагальнення, тобто сукупності виведених у теорії тверджень з їхніми доказами. Формальна складова теорії охоплює припущення, постулати, аксіоми, загальні закони, що в сукупності описують об'єкт теорії. Основою будь-якої теорії є твердження і припущення. А вони, відповідно, формують семіотичні (правила побудови мови теорії, прийняття однозначності сприйняття термінів, у тім числі мова комп'ютерного програмування), методологічні (методи науки, власні або запозичені з інших наук, філософії), логічні, філософські та інші групи.

Елементами теорії є принципи і закони. Під принципами розуміють найбільш загальні й важливі фундаментальні положення теорії, які всебічно розкривають і обґрунтовують. Принципи відіграють роль вихідних основних і періодичних посилення, що є в основі теорії. Закони утверджують і конкретизують принципи, виражають зв'язки між об'єктами або

їхніми сторонами. Закон виражає властивість стійкості, стабільності, повторюваності та інваріантності.

Найбільш загальними і важливими поняттями теорії є категорії науки. Теорія як форма наукового пізнання не лише пояснює, а й передбачає нові факти.

Наукові теорії поділяють на три типи: 1) описові (емпіричні) теорії, наприклад, еволюційна теорія Ч. Дарвіна; вона формується на загальних законах, які є її основою; 2) математичні наукові теорії (моделі математики), логічні теорії з галузі теоретичної фізики. Ці теорії засновані на наявності низки базових аксіом; 3) дедуктивні теоретичні системи, отримані логічним шляхом і обґрунтовані математикою (наприклад, аксіоматичним методом).

У методології науки процес наукового відкриття і створення теорії – це не лише результат прикладання методу, опрацювання та узагальнення результатів спостережень чи експериментів. Цей шлях переплітається з різними і суперечливими моментами, елементами абстрактного мислення, начних образів, логічних роздумів, перенесення інформації з моделі на об'єкт (модельна екстраполяція). Метод модельної екстраполяції ґрунтується на відмінності між моделлю й об'єктом, який моделюють.

Особливістю модельного відношення є більш визначене відношення подібності (подібність законів, закономірних відношень, стійких структур тощо). У модельному відношенні кількість зіставних ознак (елементів, властивостей) зумовлена критеріями подібності.

Сутність моделювання полягає в заміні об'єкта експериментального дослідження його моделлю з метою отримання інформації про об'єкт. Моделювання передбачає побудову моделі як зразок, експериментальне дослідження моделі в умовах експерименту і вимірювання, а також екстраполяцію інформації, отриманої внаслідок експериментального дослідження моделі на справжній об'єкт дослідження.

Аналогія і міркування за аналогією – індуктивний захід; вони є окремим випадком подібності між явищами (подібності і тотожності відношень між елементами різних систем).

Завдання наукового пізнання за аналогією полягає у визначенні подібності між явищами.

Дослідник групує факти за деякими класами і збагачує їх новими фактами. Факти об'єднують і порівнюють з іншими, протиставляють іншим фактам, іншими словами, використовують раніше нагромаджені теоретичні знання, за допомогою яких цю послідовність виконують. Систематизацію фактів на підставі загальних для них ознак називають класифікацією. Тут визначальним є вибір ознак групування.

Якісна однорідність моделі й об'єкта – аналогія – пов'язана з різновидами гомоморфізму як взаємооднозначної (двосторонньої) відповідності таких систем.

Наукове пояснення як пізнання і розкриття сутності явищ невіддільне від передбачення. Водночас наукове пояснення і передбачення опираються на одні й ті ж закономірності та суттєві зв'язки – одну теорію, логічні побудови або дедукцію наслідків з вихідних загальнотеоретичних посилянь. Для фактів підшукують теорію, з якої логічно виводиться передбачення, що змістовно збігається з описом цих фактів. Вираженням узагальнень фактів є принцип, який може слугувати основою теорії. Принципи та ідеї є одночасно законами науки. Проте закон не завжди є принципом або ідеєю.

Різновидом апріорного знання, підтверджених здогадок є аналогія. Метод аналогії близький до гіпотези як форма ймовірного наукового знання. І аналогія, і гіпотеза потребують емпіричного підтвердження.

**Аналогія** (від гр. *analogia* – відповідність) – особливий пізнавальний прийом, за допомогою якого вивчені властивості одних об'єктів переносять на інші. Як метод її застосовують за допомогою порівняння; ступінь достовірності методу означена кількістю властивостей порівнювальних об'єктів. Об'єкт, ознаки якого достатньо вивчені, є оригіналом, а порівнювальний з ним – моделлю (аналогією). Наприклад, модель Е. Резерфорда нагадувала Сонячну систему, навколо ядра якої обертались електронні “планети” (Польшаков В. І., 2004).

Якщо логічний висновок про наявність якої-небудь властивості, ознаки, взаємозв'язку досліджуваного об'єкта



роблять на підставі виявлення його подібності з іншими об'єктами, то цей висновок називають умовиводом за аналогією.

Ступінь імовірності одержання правильного умовиводу за аналогією буде тим вищим, чим більше відомо про спільні властивості порівнюваних об'єктів; чим суттєвішими є їхні спільні властивості і глибше вивчено взаємний закономірний зв'язок між цими подібними властивостями.

У цьому разі треба пам'ятати таке: якщо об'єкт, стосовно якого роблять умовивід за аналогією з іншим об'єктом, має яку-небудь властивість, несумісну з тією властивістю, про існування якої потрібно зробити висновок, то загальна подібність цих об'єктів втрачає будь-яке значення.

Міра достовірності за аналогією залежить від кількості подібних ознак у порівняльних явищах (чим їх більше, тим більшу ймовірність має висновок). Вона допомагає ліпше осягнути нове через образи і поняття відомого.

З іншого боку, аналогія – метод пізнання, за якого відбувається перехід знань, отриманих у ході розгляду якого-небудь одного об'єкта на інший, менш вивчений, який досліджують. Аналогія тісно пов'язана з моделюванням, або модельним експериментом.

Метод аналогії застосовують у найрізноманітніших галузях науки: у математиці, фізиці, хімії, кібернетиці та ін.

Є різні типи висновків за аналогією, проте в усіх випадках безпосередньо досліджують один об'єкт, а висновок роблять про інший. Тому висновок за аналогією в найзагальнішому розумінні можна визначити як перенесення інформації з одного об'єкта на інший. У цьому разі перший об'єкт, який, власне, і досліджують, називають моделлю, а інший об'єкт, на який переносять інформацію, отриману внаслідок дослідження першого об'єкта (моделі), – оригіналом (іноді – прототипом, зразком тощо). Отже, модель завжди є аналогією; тобто модель та об'єкт (оригінал), який відображають за допомогою моделі, певною мірою схожі (подібні) між собою.

Під формалізацією треба розуміти особливий підхід у науковому пізнанні, який полягає у використанні спеціальної

символіки, що дає змогу абстрагуватися від вивчення реальних об'єктів, змісту теоретичних положень, що їх описують, й оперувати замість цього певно множиною символів (знаків).

Для побудови будь-якої формальної системи необхідне знання певного набору знаків; задання правил, відповідно до яких з вихідних знаків можна отримати “слова”, “формули”; правил, які дають змогу переходити від одних слів, формул системи до інших слів і формул (так зване правило висновку).

У підсумку виникає формальна знакова система у вигляді своєрідної штучної мови. Важливою перевагою цієї системи є можливість виконання в її рамках дослідження будь-якого об'єкта винятково формальним шляхом (оперування знаками). Ще одна перевага формалізації полягає в стислості й чіткості запису наукової інформації, що створює великі можливості для оперування нею.

Аналогія ґрунтується перш за все на пошуку загальних ознак моделі і зразка, особливо в логіці, а також на визначенні співвідношення між елементами того й іншого, переважно в природознавстві.

У процесі пізнання модель є передусім джерелом інформації про оригінал і слугує засобом її фіксування. Це фіксування особливо яскраво виражене у знакових моделях, що є специфічною формою знання, тісно пов'язаною з такими його формами, як теорія, гіпотеза, закон тощо. Термін “модель” застосовують не тільки до опису оригіналу деякою прийнятою штучною мовою, й до його природно-мовного опису. В тлумаченні моделі як форми знання можна виділити два погляди. За одним модель розглядають як надто широку гносеологічну категорію для позначення будь-яких знакових систем. До класу моделей зачисляють лише описи об'єктів мовою спеціальних символів. Інший погляд більш прийнятний, оскільки в цьому разі не тільки виділяють в особливу групу справді наявні знакові системи, а й вдається уникнути надзвичайно складної і необхідної модернізації термінології. Модель відіграє суттєву роль у систематизації знання і тому виявляє надто тісний

зв'язок з різними його формами. Стосовно проблеми модель є засобом вирішення проблем, які виникли в процесі дослідження оригіналу і джерелом нових проблем, а інколи і джерелом проблем, і засобом їхнього вирішення водночас. Розширення кола проблем веде до розширення розмаїття моделей. У теорії ідея може виконувати свою функцію як в обхід моделей, так і за їхньою допомогою, що дає змогу говорити про особливі "модельні" теорії. Тісна єдність моделі й теорії, а особливо математизація теорій дає деяку підставу для їхнього ототожнення. Однак, по-перше, існують моделі, органічно не пов'язані з теорією (таблиці, графіка та ін.); по-друге, хоча найчастіше теорія з формального боку є системою здебільшого математичних символів, та, незважаючи на це, порівняно з моделлю вона є значно складнішою системою. Модель як форма знання тісно пов'язана з законом, принципом, математичною гіпотезою і в деякому сенсі збігається з ними.

Наукові моделі використовують для збирання і впорядкування наших знань про різні аспекти дійсності. Їх застосовують, щоб пізнати, пояснити минуле і сьогодення, а також передбачити майбутній вплив.

Виділяють декілька функцій моделей, зокрема: психологічні функції моделей дають змогу нам легше уявити складні взаємодії (модель як деяка картинка); нормативна функція сприяє широкому зіставленню; упорядкувальна функція важлива для збирання і первинного опрацювання даних; пояснювальна і конструктивна функції пов'язані з побудовою теорії і розширенням уже наявних теорій.

Моделі-копії, тобто конструкції, зроблені з того самого матеріалу, що й система, яку вивчають, проте відрізняються від неї масштабом; аналогічні моделі відрізняються від об'єкта, який вивчають, також матеріалом; досить широко використовують символічні моделі, які відображають оригінал у вигляді деякої системи символів, наприклад, математичні розв'язки. У цьому разі важливо підвести моделювання до систем, якості якої відрізняються від моделювального середовища, що може прийняти до уваги різні варіанти ймо-

вірності, полегшити практичне використання теорії чи її розробку, прогноз.

З використанням моделей пов'язані два важливі методологічні питання: 1) як дізнатися, яку з багатьох можливих функцій ця модель виконує; 2) як дізнатися, чи придатна модель для виконання тієї конкретної функції, яку ми маємо на увазі.

Зокрема, Р. Чорлі виходить з того, що всі моделі є в деякому розумінні аналогією. Загалом він поділяє їх на три групи: моделі, які опираються на аналогію із звичайними системами; моделі, які враховують деякі експериментальні процедури, математичні моделі.

В одній із класифікацій Р. Чорлі виділяє три головні типи (і підтипи) моделей:

1) моделі із звичайними системами (історичні аналогії, просторові аналогії);

2) моделі як спеціалізовані системи: конструкції (подібності; аналогії); математичні поділяє на детерміністичні, стохастичні, а також схеми проведення експерименту;

3) моделі як загальні системи охоплюють синтетичні, часткові, “чорного ящика”.

Міркування Р. Чорлі про різні типи моделювання в строгому порядку не є класифікацією, тому що виділені типи можна вважати взаємовиключними. Різні типи моделей мають різні властивості й по-різному придатні для відображення різноманітних ситуацій дійсності.

Якщо нова теорія не розроблена, то модель можна використовувати як тимчасову схему, яка відображає наше уявлення про те, чим може або повинна стати система, яку вивчаємо.

Моделі як аналогії важко відрізнити одну від одної, особливо модель (або теорію) об'єкта, яку вчений використовує для пояснення особливостей своєї теорії або моделі. Вислів “аналогія” або “модель-аналогія” свідчить про перехід від однієї моделі або теорії до іншої.

Досі вважали, що розрізнити два типи моделей не так уже й складно. Перший із них, “власне модель”, має тіль-

ки ті фізичні властивості і структурні характеристики, які вже є складовими у відповідній теорії. Інший тип – “модель-аналогія” – має додатково такі фізичні властивості і структурні характеристики, які не містяться у відповідній теорії. Логічну різницю між власне моделями і моделями-аналогіями на практиці можна провести, лише виходячи із загальної теорії з повноцінним текстом, завдяки якому можливо зрозуміти, якому з цих двох типів відповідає модель.

**Моделювання** (від фр. *modeler* – ліпити, формувати) – процес формування і дослідження моделей. Моделі передують проведенню більшості експериментів, наукових концепцій, пошуків і досліджень. Процедура моделювання охоплює не об’єкти дослідження, а вибудувані на їхній підставі характерні моделі (об’єкт – прототип). Зазвичай, модель лише спрощено замінює об’єкт, який за природою є складним (недоступним).

Моделі бувають фізичні, математичні, числові та ін. В обчислювальній техніці і програмуванні використовують числові (комп’ютерні) методи моделювання. Ці методи ґрунтуються на математичних моделях об’єктів і виражають взаємодію між об’єктами різних властивостей у формі аналітичних залежностей рівнянь і систем рівнянь. На їхній підставі будують програми (алгоритм) функціонування об’єктів, інколи виражені у вигляді графіків, номограм, зображень.

Моделювання виражає опосередкований метод наукового дослідження об’єктів шляхом вивчення їхніх копій, моделей, коли безпосереднє вивчення їх з певних причин неможливе, ускладнене чи недоцільне. Завдяки застосуванню абстрагування, узагальнення й ідеалізації можна виділити, а потім відтворити і досліджувати саме ті параметри, характеристики чи властивості модельованих об’єктів, які не підлягають безпосередньому пізнанню. Метод моделювання надзвичайно розширює можливості наукового пізнання, оскільки дає змогу наочніше уявити досліджувані явища, усувати негативний вплив супровідних сторонніх чинників, тобто досліджувати їх у “чистому вигляді”.

Виділяють дві групи моделей: матеріальні й ідеальні.

Матеріальні моделі – це природні об’єкти, що підпоряд-

ковані у функціонуванні природним закономірностям, тоді як ідеальні – фіксовані у відповідній знаковій формі і функціонують за законами логіки, які зрештою є відображенням матеріального світу.

Способом логічного моделювання є ідеалізація, завдяки якій створюють ідеалізовані об'єкти. Ідеалізація спрямована на процеси мислимої побудови можливих об'єктів. Результати ідеалізації відповідають окремим реальним властивостям об'єктів або допускають їх інтерпретації на підставі даних емпіричного рівня наукового пізнання.

У ході моделювання експеримент у натурі змінюють експериментом на моделі. Модель заміщає об'єкт, є його аналогом за властивостями, структурою, зв'язками чи функціями.

Залежно від характеру моделей, які використовують у науковому дослідженні, розрізняють таке:

- уявне моделювання передбачає найрізноманітніші уявлення у формі тих чи інших моделей. Уявні моделі нерідко реалізують матеріально у вигляді фізичних моделей, які сприймають органами чуття;
- фізичне моделювання означає фізичну подібність між моделлю та оригіналом і має на меті відтворити за допомогою моделі процеси, властиві оригіналу (у конструюванні й експериментальному вивченні різних споруд (гребель, електростанцій, зрошувальних систем), машин (аеродинамічні якості літаків));
- символічне (знакове) моделювання пов'язане з уявленням певних властивостей, взаємозв'язків об'єкта-оригіналу за допомогою умовних. До символічних моделей належать різноманітні топологічні та графічні уявлення (у вигляді графіків, схем тощо) досліджуваних об'єктів або, наприклад, моделі у вигляді хімічної символіки (Фейерабанд П. К., 1986).

Дуже важливим різновидом символічного (знаково-го) моделювання є математичне моделювання. Символічна мова математики дає змогу виражати властивості, ознаки, взаємозв'язки, що описують функціонування такого об'єкта

чи явища, у вигляді відповідних рівнянь (диференціальних, інтегральних, інтегрально-диференціальних, алгебричних) і їхніх систем. Отриману систему рівнянь разом з відомими даними, необхідними для її розв'язування, називають математичною моделлю явища.

Математичне моделювання можна застосовувати головно у поєднанні з фізичним моделюванням, воно дає змогу досліджувати певні процеси в об'єкті-оригіналі, замінюючи їх на вивчення процесів зовсім іншої природи (що відбуваються у моделі), які описують за допомогою тих же математичних співвідношень, що й вихідні процеси.

Крім математичного, широкого розвитку набуло числове моделювання за допомогою електронно-обчислюваних машин (ЕОМ) – комп'ютерів. Цей різновид ґрунтується на раніше створеній математичній моделі досліджуваного об'єкта чи явища. Принцип моделювання є основою кібернетики.

**Парадигма** (від гр. *paradeigma* – приклад, взірець) означає загальноприйнятую і стійку організацію наукового знання, що історично склалася і тривалий час діяла для багатьох наукових досліджень на певному етапі розвитку суспільства. Вона формує ту чи іншу картину світу, стійку систему наукових поглядів у суспільній свідомості. Заміна однієї парадигми іншою зумовлює докорінний злам наукових уявлень і всієї природничо-наукової картини загалом. Тоді еволюційний (кумулятивний) хід нагромадження знань замінюється природничо-науковою революцією. Отже, парадигма виражає системи бачення світу, поглядів, особливий спосіб організації наукового знання, означає загальноприйнятую і стійку ієрархію наукового знання, що історично склалася і тривалий час було панівним для багатьох наукових досліджень на певному етапі розвитку суспільства.

За Т. Куном, парадигма – визнане всіма наукове досягнення. Вона впродовж тривалого часу окреслює модель постановки проблем і їхніх вирішень науковому товариству.

Парадигма – це процес, який охоплює період нормальної науки і період наукової революції. Обидва вони покликані об'єднати дослідників у вирішенні певної проблеми; водно-

час поняття парадигма є недостатньо структурованим. Простежують значні відмінності у її сприйнятті. Наприклад, концепція науково-дослідної програми І. Локатоса охоплює “жорстке ядро” з низкою допоміжних гіпотез, “негативну” і “позитивну” евристики. В методології І. Локатоса головним інструментом наукового значення є не гіпотеза і не теорія, а науково-дослідна програма, яка об’єднає теорії (сумірне з поняттям кунівської програми). У ході подальших досліджень програма висуває низку теорій і допоміжних гіпотез.

Зміна науково-дослідних програм І. Локатоса пов’язана з науковими революціями. У програмі на увагу заслуговують стиль мислення, у тому числі й наукова картина світу, наукова парадигма в контексті культурного фонду, структура і динаміка природничо-наукового знання. Однак, згідно з поглядом І. Локатоса, розвиток науки розглядають не як “самоорганічний процес”, а як науково-дослідницьку програму, звужену до меж фізичних дослідницьких програм як найбільш розвинутої дисципліни у природознавстві. В основі “жорсткого ядра” є не фундаментальна (конкретна), а базисна (в узагальненій і абстрактній формі) теорія; вона об’єднає декілька фундаментальних теорій, використовуючи допоміжні гіпотези як для однієї, так і низки фундаментальних теорій.

Одна з чотирьох фізичних дослідницьких програм – механістична, пов’язана з механікою І. Ньютона, який “створив фундаментальну теорію – механіку матеріальної точки” (за Л. Ейлером). Абсолютний простір і абсолютний час наповнені атомами (корпускулами) і порожнечою. Розвиток термодинаміки й електродинаміки на початку ХХ ст. призвів до краху механістичної дослідницької програми.

Релятивістська дослідницька програма пов’язана з досягненнями А. Айнштейна у створенні спеціальної теорії відносності. Тут чотиривимірний простір-час є базовою концепцією. А. Айнштейн поширив принцип відносності Г. Галілея на будь-який рух у створеній ним загальній теорії відносності.



Парадигма має принаймні дві найважливіші властивості: 1) вона прийнята науковим співтовариством як основа для подальшої праці; 2) містить невирішені питання, тобто відкриває простір для досліджень.

На її засадах проводять дослідження, унаслідок яких знання трансформуються, уточнюються.

Послідовний перехід від однієї парадигми до іншої через революцію є звичайною моделлю розвитку зрілої науки. Однак ця модель не характерна для періоду аж до кінця XVIII ст., до появи праць І. Ньютона, оскільки до цього часу не було характерного єдиного погляду на природу світу, а замість цього діяло безліч шкіл.

Т. Кун вважає, що в кризовий період розвитку теорії інколи вдається пояснити факт, що суперечить їй, у межах старої парадигми. Та якщо цього не вдається зробити, то виникає безліч тлумачень старої парадигми. Криза може закінчитись також тим, що завдання, яке виникло, вирішують на підставі старої теорії. За кризових періодів змінюється тематика досліджень, різко зростає інтерес до аномальних фактів, зазнає розхитування стереотип наукових поглядів доти, доки криза не закінчиться науковою революцією.

У разі заміни парадигми вчені, на думку Т. Куна, стають прибічниками нового або прихильниками старого. Остаточне рішення: приймати чи ні нову парадигму залежить від більшості членів наукового співтовариства, які на це погодяться.

Думку, що нова парадигма включає стару як окремий випадок, Т. Кун вважає помилковою. Як приклад, він наводить те, що маса в формулах І. Ньютона й А. Айнштейна означає різні поняття. Суть не в можливості звести одну парадигму до іншої, а в зміні поглядів на простір і час: ідеї А. Айнштейна не лише не включають у себе уявлення І. Ньютона, а й заперечують їх. Отже, наукова революція – це зміна саме філософських переконань науковців.

Процес утвердження нової парадигми має складну структуру. Критерієм надання переваги можуть бути фальсифікації, нові можливості виконання наукових завдань, простота, якість, науковий престиж автора. Вибір парадигми відбува-

ється, зазвичай, у період кризи, тобто тоді, коли вчені розчаровані старою парадигмою.

Т. Кун переконаний, що вчений – член наукового співтовариства – є звичайно добре підготовленим і до наукової роботи, і до кризи науки, проте не підготовлений лише до виходу з кризи. Тому нову парадигму, здебільшого, висуває або дуже молода людина, або вчений, який нещодавно прийшов до цієї наукової царини.

Вихід з кризи, тобто виникнення нової парадигми, становить органічний компонент наукового прогресу. Отже, період нормальної науки визначено парадигмою, така наука спрямована на дослідження теорії, визнаної базовою. Обмеження такого типу створює умови для поглиблення досліджень, задає критерії професіоналізму, бо в його межах немає потреби апелювати до вихідних принципів і виправдовувати використання певних понять. Усе це створює певну мовну традицію нормальної науки.

Парадигма спрямовує дослідження не тільки закладеною у ній моделлю визнаних науковим співтовариством способів пізнавальної діяльності, вона певною мовною структурою може спрямувати і шляхом абстрагування відповідних правил з визнаних способів дії. Вчені погоджуються у своїй ідентифікації парадигми, попередньо не узгоджуючи її повної інтерпретації. Тому за період нормальної науки парадигма діє у напівсвідомій формі. Перший симптом кризи нормальної науки – набуття парадигмою форми обмежувальних принципів правил. Нормативна форма парадигми є свідченням її найвищої досконалості і водночас початком її занепаду. Коли парадигма набуває зрілого самовизначення, наука починає ступати на шлях революційного розвитку, починається руйнування цієї системи, оскільки вона набула форми догмату.

Моментом становлення нової парадигми є зіставлення двох парадигм між собою і природою. Таке порівняння можливе за умови наявності нової парадигми, яка має здатність вирішувати головоломки, віднесені попередньою парадигмою до аномалій. Результатом зіставлення, зазвичай, буде організація нового наукового співтовариства, об'єднаного новою па-

радигою. Тому парадигми зіставляють не як варіанти лінгвістичних вправ, а як різні світоглядні системи.

Згідно з Т. Куном, науковий рух від однієї парадигми до іншої – це містичне перетворення, яке не є керованим і не може бути скерованим правилами розуму, тому воно повністю належить сфері психології відкриття. Тоді як, згідно з доктриною І. Лакатоса, наукова революція – це розумний прогрес, а за Т. Куном – релігійне перетворення. Тобто Т. Кун, фактично першим відкривши “історію як метод”, заперечує можливість раціональної реконструкції історичного зростання науки.

Звідси ретельне історичне дослідження галузей науки відкриває ряд повторюваних і типових ілюстрацій різних теорій у їхньому концептуальному, дослідницькому та інструментальному застосуванні. Згідно з теорією Т. Куна, вони є парадигмами того іншого наукового співтовариства, що висвітлені в підручниках, лекціях, лабораторних роботах. Вивчаючи і практично використовуючи їх, члени цього співтовариства засвоюють навички своєї професії.

## Наукова картина світу

У XVII–XVIII ст. механістична за змістом наука зламала метафізичні погляди на природу. Поступово у природознавстві утвердилися ідеї розвитку, особливо у фізиці та хімії (з їхніми взаємоперетвореннями та видами речовин). Природознавство стало дисциплінарно організованою ланкою, розпочався процес диференціації наук, особливо завдяки працям Г. Галілея, Р. Декарта, І. Ньютона та інших учених. Відбулося відкриття електромагнітних хвиль, радіоактивності, сформульовано теорію відносності та ін. Тривимірний простір та одновимірний час перетворилися у відносно виявлення чотиривимірного континууму. Вимірність часу визначалася швидкістю і місцем спостерігача, а закони евклідової геометрії не були обов’язковими для природознавства. Рух планет на орбітах визначався не притягуванням Сонця, а властивостями простору. Оволодіння атомною енергією, зародження

електронно-вимірвальних машин і кібернетики, розвиток фізики, хімії, біології та циклу наук про Землю спричинили нову революцію в природознавстві і єдиний об'єкт – реальність у чистому вигляді колишньої науки дослідження – змінився багатьма проєкціями, рівнем абстрактності і математизації наук, у тому числі в науках біосферного циклу (життя уже видавалося не випадковим, а закономірним явищем саморозвитку матерії, появи розуму). Модель світу ґрунтувалась на ідеях зв'язку постійно змінної природи, самоорганізації матерії і появи життя у Всесвіті.

У сучасній науці дедалі частіше простежуються тенденції до визначення єдності природничого та гуманітарного (соціогуманітарного) знання.

Для аналізу специфіки науки, чи науковості як такої, важливо виділити низку спільних ознак. Підставою для твердження про наявність об'єднувачих тенденцій у науці є поява нових напрямів і методів дослідження. На постнекласичному етапі розвитку науки чимала частка досліджень присвячена складним нелінійним системам, які саморозвиваються і самоорганізуються. Вони є предметом вивчення як природничих, так і соціогуманітарних наук. А тому не простежується відмінностей (принаймні різких розмежувань) методологій природничого і соціогуманітарного пізнання. Врешті-решт, актуальність наближення згаданих методологій пов'язана із взаємодією різних наук у разі вивчення складних (комплексних) міждисциплінарних проблем. Ця складність вивчення проблем є передумовою взаємодії природничих і соціокультурних наук, їхніх спільних ознак, наприклад, в екології.

Методологічна єдність природничих і соціокультурних наук водночас породжує чимало проблематичних питань, пов'язаних зі створенням міждисциплінарних теорій, до яких прагне будь-яка наука. Наголосимо, що значна частина науковців вважає соціогуманітарні науки менш об'єктивними, ніж природничі, з огляду на що неможливо досягти об'єктивного погляду на суб'єкти й об'єкти соціогуманітарних досліджень, крім того, термінологія соціогуманітарних наук недостатньо чітка.

Перш ніж аналізувати ознаки єдності природничого і соціогуманітарного знання, треба вирішити питання про набір методів, які є спільними в усіх науках, виявити аспекти взаємодії між ними, а також розмаїття теорій, що виражають різні погляди. Ознаками, які мають загальнонаукове знання, є об'єктивність, закономірність (а точніше – їхні пошуки), інноваційність.

Наука – частина духовної культури, що дає сукупність об'єктивних знань про буття. Духовна культура охоплює релігію, філософію, науку, мистецтво, міфологію, мораль. Форми духовності культури, тобто природничі й гуманітарні науки, у минулому не поділяли. Наприклад, філософія і наука до кінця ХІХ ст. були загально невіддільними. Кожна з окремо взятих наук поступово виділила свій предмет (об'єкт) і метод дослідження, принципи і підходи, стаючи щораз самостійнішою. Суспільні науки вивчають суспільство як ціле, економічні науки віддзеркалюють виробництво і відношення людей у процесі виробництва, правові науки – державні структури, політику, відношення в суспільних системах. Предметом вивчення гуманітарних наук є суспільство і людина. На зіткненні наук з'являються нові наукові напрями, які диференціюють науки. Однак бачення світу відображає і наукові концепції, і релігії, і мистецтво, і всі складові культур.

Взаємодія цілого і конкретного в цілісному і взаємопов'язаному світі потребує нових підходів до розуміння людини, її потреб і обов'язків, свободи і відповідальності. Минуле культури (традиція) є складним і суперечливим процесом трансформації культурних здобутків у канві сучасних подій; з огляду на це виникла необхідність аналізу традицій, спадкоємності та новаторства, співвідношення неоціненого та загальнолюдського, взаємозв'язку та взаємодії різних типів духовності у надзвичайно складному та різноманітному Всесвіті. Для реконструкції доби потрібний детальний опис "історичної особистості, виявлення міжособистісних та соціокультурних зв'язків, мотиви поведінки, стимулів творчості", інші дані стосовно біографічного методу (біографічні факти).

мемуари, щоденники, листування), що фокусують увагу на історії життя одиниці і людської спільноти.

Шлях гармонізації тіла та душі, особи й особистості та суспільства, залучення мистецтва в процес опанування людиною сутності буття, досягнення систематичності в мистецтві – ті й подібні питання є складними і суперечливими. Кожен історичний етап людської цивілізації висуває свою мету, завдання та потребує розробки шляхів їхньої реалізації.

Наука є однією з форм духовної діяльності людей. Вона спрямована на отримання істинних знань про світ (природу, суспільство, мистецтво), на відкриття об'єктивних законів світу і передбачення тенденцій його розвитку. Її здобутки – це процес творчої діяльності отримання нового знання. Критеріями науковості, які відрізняють науку від інших форм пізнання, є об'єктивність, системність, практична націленість, орієнтація на передбачення, доказовість, обґрунтованість і достовірність результатів. Наука як єдина система знань поділена на певні галузі (окремі науки). За предметом і методом пізнання розрізняють науки про природу – природничі; науки про суспільство – суспільні; технічні науки. Своєрідною наукою є сучасна математика. За співвідношенням із практикою виділяють фундаментальні (які не мають прямої практичної орієнтації) і прикладні (націлені на безпосереднє практичне використання наукових результатів) науки. Будь-яка наука як пізнавальна діяльність передбачає взаємодію суб'єкта (учений, науковий колектив) й об'єкта (предметна область, яку вивчають) науки, в процесі якої використовують певну систему методів дослідження і мову цієї науки (понять термінів, знаків, символів, формул тощо) (Черняк В. С., 1986).

В епоху античності та середньовіччя науки як цілісної системи знань ще не було, існували лише її передумови. Виникнення її пов'язують з відокремленням від традиційної філософії в Новий час (XVI–XVII ст.). У цей період поняття “наука” і “природознавство” практично ототожнювали, скільки формування суспільствознавства почалося пізніше й відбувалося повільніше. В розвитку будь-яка наука прохо-

дила низку періодів, які виділяли за різними критеріями (за-садами). Найпоширенішими з них є співвідношення об'єкта і суб'єкта наукового пізнання. Цей критерій дав змогу виділити три основні періоди розвитку науки: класичний, некласичний, постнекласичний.

У кожному періоді розробляли певні ідеали, норми і методи наукового дослідження, формували своєрідний стиль мислення, специфічні поняття, мову і стиль викладу, панівну парадигму.

Між наукою і науковістю існує суттєва відмінність. Науковість є проекцією критеріїв науки на інші ділянки духовного життя, іноді чужі для науки. Науковість пов'язана з вірою в те, що наука є всесильним критерієм усього життя, що вона скрізь і всюди домінує. Правда, не можна заперечити того факту, що кожна людина змушена орієнтуватися у світі в якому живе. Вона є удосконаленим засобом пристосування до цього світу і викликом до нав'язаної необхідності. Наука, власне, і є пізнанням необхідності (Бердяєв Н. А.).

Наука розробляє методи мислення і робочі інструменти. формує сукупність переконань, цілісних технічних засобів. Т. Кун у праці "Структура наукової революції" (1975) доводив, що науковий метод як такий формує велику кількість проб і помилок. Дослідник приклав метод до певної проблеми як гіпотезу, яка умовно визначена наукою. Суттєвою ознакою наукового методу є критика і перевірка теорії, яку обґрунтовують (дискутують). Теорія зазнає різнобічної критики, а критика виявляє слабкі моменти теорії. Перевірка теорії уподібнюється виявленню найменш захищених її положень. І це знову "варіант методу проб і помилок". Теорії висувають гіпотези, які піддають перевірці. Успіх дослідника залежить (за Т. Куном) від наявності різноманітних численних і достатньо логічних теоретичних засад. У науці відбувається невинне нагромадження фактів і відкриття нових явищ. Нові дані приводять до потреби переосмислення наявних попередніх уявлень і внесення принципових змін у теоретичні засади науки. Це може слугувати початком бурхливого революційного розвитку науки. Наприклад, у геології

почали розуміти, що утворення земної кори відбувається в два етапи. У рифтовій тріщині на дні океану з базальтових порід формується океанічна кора як частина літосфери, на якій усі мінеральні елементи перебувають у кристалічному стані. Океанічна літосфера від “рифтової” тріщини зміщується, покриваючись осадами, після чого знову впродовж сотень мільйонів років занурюється в мантію Землі. Місце занурення фіксують певні морфоструктури рельєфу поверхні Землі (наприклад, ланцюги гірських хребтів або глибоководні океанічні течії).

Океанічна літосфера щільніша і може глибоко занурюватися в мантію, а континентальна легша від мантії, тому не може занурюватися в неї. Таких літосферних плит є близько 20, з яких вісім найбільших.

Наукові ідеї прояснюють наш дух і поліпшують наше життя. Водночас наука антигуманно витісняє позитивні досягнення передніх епох і позбавляє наше життя різноманітності творчих можливостей, особливо якщо йдеться про міфи, релігії, магичні вчення.

Т. Кун уважав, що важливо схопити найважливішу реальну особливість пізнавального процесу; що розв’язування будь-якої конструктивної задачі завжди передбачає існування відправних передумов загальності, відповідає у сучасній термінології поняттю “парадигма”.

На думку П. К. Фейерабенда уся історія мислення зосереджується в науці і використовується для поліпшення кожної окремої теорії. Факти збирають постійно відповідно до вчорашніх наукових схем, і вони не завжди узгоджуються з теорією. Історія науки, за концепцією історичної школи у філософії науки, є чергуванням парадигм (Т. Кун) як системи загального світобачення (набір метафізичних поступів і принципів, які пояснюють загальні питання існування світу і походження різних явищ у ньому). Звідси зміна парадигм – це зміна загальних принципів. Та чи інша наукова теорія стосується однієї парадигми, що унеможлиблює зв’язок її з поглядом принципів і постулатів, які належать до іншої парадигми. Зміст пізнання змінюється зі зміною



наших можливостей розуміти навколишню реальність, він розширюється завдяки конкретним науковим дослідженням. Наукові знання постійно змінюються, однак є щось сутнісне (інваріантне) в них, що й дає підстави їх порівняти й оцінити. Наша здатність адекватно розуміти різне за часом і місцем створення наукової теорії ґрунтується на ціннісних орієнтаціях, універсальному критерію раціональності. Воно частково міститься у будь-якому висловлюванні і, відповідно, складається з окремих понять, термінів і простих міркувань (Кун Т., 1975).

Науці притаманні універсальність (інформативність знань), окремішність (фрагменти реальності, певна проекція на світ окремої області), загальність (знання придатні для всіх людей), систематичність (вона, на відміну від філософії, вивчає не світ загалом, а структуру та її складові), незавершеність (шлях від відносної істини до абсолютної), спадкоємність (перехід знань від “старих” до “нових”), достовірність (відповідність наукових висновків певним правилам), критичність (здатність отримані результати поставити під сумнів), позаморальність (наука сама по собі ні моральна, ні аморальна; моральні оцінки стосуються діяльності щодо отримання знання або негуманної чи неістинної діяльності); раціональність (знання отримані на засадах раціональних рівнів, шлях до рівня теорій); чуттєвість (емпірична перевірка).

Від мистецтва наука відрізняється раціональністю, не спирається на рівні образів (наукове знання доводить до рівня теорій); на відміну від техніки, наука не прагне втілити знання в різного роду перетворення, а спрямована на пізнання світу; від ідеології – тим, що наукові істини загальнозначимі і не залежить від інтересів окремих прошарків суспільства: від філософії науку відрізняє те, що її висновки допускають емпіричну перевірку і не відповідають на питання “чому”, а лише на питання “як”; від релігій наука відмінна в тому, що розум і опора на чуттєву реальність мають важливіше значення, ніж віра; на відміну від міфології, наука прагне не пояснити світ загалом, а сформулювати закони розвитку природи, що допускають емпіричну перевірку; відмінність науки від

містики полягає у прагненні не до злиття з об'єктом дослідження, а до його теоретичного розуміння і відтворення.

Головне в науці – не результат (що найважливіше для техніки), а процес духовного зростання. Наука є не лише “сукупністю знань”, а системою гіпотез, які використовують доти, доки вони витримують перевірки. Одночасно вони такі, які лише “більш менш достовірні” (“істинні”). Гіпотеза ніби вибудовує факти, у цьому разі важливим є не лише її відповідність емпіричним даним, а й деякі методологічні принципи (критерії).

Німецький філософ К. Ясперс у книзі “Зміст і призначення історії” виділив два етапи становлення науки: 1) становлення логічно і методично усвідомленої науки, наприклад, грецька наука; 2) виникнення сучасної науки з кінця середньовіччя, включаючи наукову революцію – висунення нових принципів пізнання, категорій та методів.

За природою наука охоплює світ фізичних об'єктів, світ індивідуально-психічного та об'єктивного (загальнолюдського) знання.

У філософії наука – продукт, створений людиною, і продукт буття, що відкрився через людину. Усі твердження в науці (ще стародавні греки) поділяли на знання (демонстративне та інтуїтивне) і міркування.

Демонстративне – це знання причин (склалися з тверджень, які можуть слугувати доказом), а інтуїтивне полягає у миттєвому осягненні “неподільної форми” суті речі. Інтуїтивне знання – першоджерело всієї науки, бо формує первинні посилання для всіх доказів, які домінують у чистій математиці й логіці. Емпіричні науки забезпечують нас інформацією про світ, якщо під “доказом” розуміємо спростування наукових теорій.

Основою структури наукового пізнання є аналіз предмета дослідження, абстрактних елементів єдиного цілого у формі теоретичної системи. Програма зведення всього наукового пізнання до фізичного (редукціонізм) не могла втілитись у життя, тоді як кожна ділянка реальності наділена своєю специфікою і не може бути зведена до якоїсь іншої. Кожна з них

має особливу структуру наукової діяльності, що впливає з її переважно аналітичного характеру.

Кожна з окремо взятих наук поступово виділила свій предмет (об'єкт) і метод дослідження, свої принципи і підходи. На зіткненні наук з'являються нові наукові напрями, які диференціюють науки. Водночас відбувається інтеграція для отримання нових знань, особливо у фундаментальних природничих науках.

Під поняттям знання розуміють результат процесу пізнання дійсності, адекватне його відтворенню у свідомості людини у вигляді понять тощо. На відміну від донаукових знань, наукове знання сягає вищого рівня – рівня пояснення, осмислення фактів у понятійній системі відповідної науки і його залучають до складу теорії.

Теорія описує властивості ідеальних об'єктів, взаємовідношення між ними, а також властивості конструкцій, утворених з первинних ідеальних об'єктів, описує всю різноманітність даних, із якими вчений стикається на емпіричному рівні. Зазвичай, із вихідних ідеальних об'єктів будують деяку теоретичну модель конкретного явища і передбачають, що ця модель у певних відношеннях відповідає оригіналу. Теоретичний рівень розділяють на дві суттєві частини – фундаментальні теорії і теорії, що описують конкретну галузь реальності.

Загальне наукознавство об'єднує змістовні розділи та узагальнені науки про науку, з'ясовує спільні закономірності різних наук. Атрибутивне наукознавство аналізує та синтезує знання про об'єкти, предмети, методологію і метод, суб'єктів наукових досліджень загалом і певної науки зокрема. Такі знання про будь-яку науку отримують наукознавці, про свою конкретну науку – самі науковці.

Історичне наукознавство – дисципліна, яка досліджує становлення конкретних наук, історію розвитку наукових теорій, формування наукових шкіл, творчість видатних учених.

Основна мета наукових досліджень – набуття нових наукових знань – може бути реалізована лише внаслідок на-

укового пізнання (наукового відкриття). Наукове пізнання – це дослідницький процес, у ході якого суб'єкт-дослідник за допомогою набутих знань здобуває нове знання про об'єкти дослідження. Об'єктивною основою наукового пізнання є загальний принцип відображення.

Будь-яке наукове пізнання, як зазначено вище, має три рівні реалізації: емпіричний, теоретичний, методологічний.

Емпіричний рівень співвідноситься з вихідними практичними даними про об'єкт та первинним дослідним узагальненням – емпіричними висновками, теоретичний – з багатогранними узагальненнями емпіричних даних про об'єкт дослідження, які є вторинними, похідними від емпіричних даних, методологічний – з філософсько-світоглядними та визначальними і конкретнонауковими пізнавальними засадами дослідження.

У разі дедуктивної реалізації наукового дослідження простежують три етапи пізнання. Першим етапом є теоретичний – формулювання абстрагованої ідеї та дослідницької гіпотези, другим – емпіричний: емпірична перевірка ідеї чи гіпотези для підтвердження чи спростування, третій – впроваджувальний етап – наявний далеко не в кожному дослідженні.

Науковому знанню властиві такі риси як загальність, загальнонауковість, історичність, послідовність, системність і систематизованість, логічність, формальність, галузева конкретність; фіксованість умов відображення об'єктивних закономірностей і законів, історичних зв'язків у природі, суспільстві, мисленні; узагальненість розкриття сутності досліджуваних явищ за допомогою абстракцій, ідеалізації, аксіом, проблем, ідей, гіпотез, теорій; відмінність від знань іншої родової належності; істинність, перевіреність суспільною практикою.

### **Наукові напрями і школи**

Наукова школа з її традиціями й ієрархією – це світ особливих взаємин, основою якого є науковий колектив, що переважно працює в певному напрямі, професійна співдруж-

ність людей, яка склалася під егідою особистості – ученого лідера, що займається дослідницькою роботою в новому актуальному напрямі, і об'єднана ідеями, методами, науковими традиціями. У новій школі висувують гіпотези, концепції, теорії, дискусії. У науковому колективі пошук, дослідницька робота окремої особи нерідко завершується із захистом дисертації. Наукову школу інколи визначають за географічним принципом, предметним, іноді вузьким напрямом наукових досліджень.

Школа як винахідницький колектив обов'язково реалізує авторську винахідницьку програму і є внеском ученого у винахідницьку програму. А тому школа як напрям конкурентної галузі знань є найпоширенішою формою колективної пізнавальної творчості. В ній сьогодні сформувались три концепції-підходи: процесуальний – управління розглядають як процес, який складається із серії взаємопов'язаних, наприклад, ставлення молодого людини до наукової роботи (навчання у вузі); системний, який потребує організації пояснень як сукупності необхідних структурних підрозділів, (підготовка до професійної діяльності у сфері сучасної науки); і ситуативний, який вчить менеджерів ситуативно мислити, уміти правильно оцінювати і прогнозувати розвиток конкретних ситуацій і знаходити для них оптимальні виходи (розробка викладацьких програм нового фундаментального значення) (Тулмин Ст., 1984).

Розвиток науки визначають нові ідеї й приплив нових людей, здатних їх сприйняти і розвивати. Самі собою ідеї можуть не знайти потрібного ґрунту. Для нього потрібно достатньо активних, мислячих, творчо здібних молодих людей.

Чимало чинників може призвести й до розпаду наукового напрямку навіть у процесі його зародження. Зокрема, молода школа особливо вразлива і її легко можна зруйнувати як зовні, наприклад, у разі втрати лідера, так і з середини, якщо в школі переважають люди, не захоплені дослідженнями.

## Класифікація наук

Науки відрізняються одна від одної і за об'єктом, і за предметом, і за методом та іншими ознаками, що не дає змоги прийняти єдину класифікацію всіх наук. Щодо природознавчих наук, а точніше – землезнавчих, то сюди в загальному вигляді належать окремі блоки – природничі, технічні, суспільні (соціальні) та гуманітарні, окремі наукові дисципліни входять у різні блоки.

Сучасне наукове знання є складною системою, і ця складність диференційована за предметами (об'єктами) і методами дослідження, зв'язками з практикою тощо. Науки поділяють за багатьма принципами, проте два з них є найбільш важливими.

Природничі науки охоплюють систему знань, об'єктом якої є природа (філософія природи від I ст. до н. е. до XV ст. н. е.). Цей етап уважали нероздільним. З XV–XVI ст. відбулася диференціація єдиного (синкретичного) аналізу, унаслідок чого відокремилися фізика, хімія, біологія. Синтетичний етап розвитку науки й утворення цілісної картини природи охоплює XV–XVIII ст. Подальший етап, включаючи сучасний період, можна назвати інтегрально-диференційним.

У природничих науках виділяють три рівні будови матерії. Макросвіт оперує розмірами у міліметрах, сантиметрах і кілометрах, часом – у секундах, годинах і роках. Цей світ сумірний людському досвіду.

Мікросвіт – світ безмежно малих частин (від  $10^{-8}$  до  $10^{16}$  см), тривалість життя яких – від безмежності до  $10^{24}$  с. Мегасвіт – світ величезних розмірів (відстані вимірюють світовими роками, а час існування космічних тіл – мільйонами і мільярдами років).

### Природознавство і сучасна картина світу

Існують загальнонаукова картина світу і картини з погляду природничих наук. Вони виражають кожне досягнення науки, розуміння суті світу, а також місця людини в ньому, цілісну картину світу, поєднують абстрактно-теоретичні зна-

ння й образи, створені за допомогою людей і віддзеркалені у парадигмах як систематизованих знаннях.

Картини світу змінювалися: наприклад, на зміну натур-філософській картині світу XVI ст. з'явилася механістична як засаднича у всіх природничо-наукових дослідженнях. Її замінила теорія електромагнітного поля М. Фарадея і Дж. Максвелла (у другій половині XIX ст. фізична реальність сприймалася вже у вигляді неперервних полів, а не матеріальних точок, і пояснити природу полів стало неможливим панівною на той час механістичною парадигмою, тому в XX ст. з'явилась релятивістська і квантово-механічна картина світу).

Теоретичні принципи і категорії конкретної науки найліпше відображені у науковій картині світу – проміжній ланці між філософією і теорією конкретних наук.

У лідерстві наукового пізнання у XX ст. перед вела фізика, згодом – біологія, у системі наук якої сформувалися еволюційні вчення генетика, екологія та ін. Вони ґрунтуються на системних дослідженнях – кібернетиці й теорії інформації. Складні міждисциплінарні дослідження привели до появи синергетики – науки про складно організовані еволюційні системи. Головним її завданням є пізнання загальних принципів самоорганізації систем різної природи, дослідження прямих і зворотних переходів систем найрізноманітнішого порядку і стійкості. Є науки, які також виконують інтегрувальні, синтезувальні функції (наприклад, кібернетика, термодинаміка або філософія чи математика). Отже, у формуванні сучасної картини світу вагому роль відіграла диференціація та інтеграція наукового знання, однак інтеграція дедалі переважає і стає провідною.

Під сучасною картиною світу розуміють найбільш загальне зображення реальності, у якому зведені в системну єдність усі наукові теорії, що допускають взаємне узгодження. Сучасна картина світу дає людині розуміння того, як влаштований світ, якими законами він керований, що є в його основі і яке місце посідає сама людина у Всесвіті. Відповідно, під час революції ці уявлення змінюються докорінно. Оскільки

фізика була і є найбільш розвиненою і систематизованою природничою наукою, то сучасна картина світу значною мірою ґрунтується саме на її досягненнях. Зі зміною фізичної картини світу починається новий стан у розвитку фізики з іншою системою початкових уявлень, принципів, гіпотез і стилю мислення, тобто іншою парадигмою.

Ключовими у фізичній картині світу є три фундаментальні категорії: уявлення про простір-час, елементарні частинки, з яких побудована матерія та взаємодії, які скріплюють їх у єдине ціле. Із переглядом цих фундаментальних понять завжди пов'язана зміна фізичної картини світу. В історії фізики такий перегляд відбувався декілька разів, унаслідок чого були побудовані механістична, електромагнітна та квантово-релятивістська (квантово-польова) картини світу; ймовірно ми живемо у час, коли відбувається чергова революція у фізиці, яка приведе до побудови нової еволюційно-синергетичної картини світу. Спробуємо довести це, розглянувши процеси зміни парадигм у фізиці.

Відбудосся становлення класичного природознавства, яке створило так звану механістичну картину світу. Становлення механістичної картини світу пов'язують з іменами Г. Галілея, Й. Кеплера й особливо І. Ньютона. Її формування відбувалося декілька сторіч і завершилося практично лише в середині XIX ст.

Основою цієї картини світу є ідея атомізму, згідно з якою всі тіла складаються з неподільних першоелементів-атомів, що перебувають у безперервному тепловому русі. Саме вони є складовими світобудови.

Життя і розум у цій картині світу не мають жодної якісної специфіки. Така дійсність не зумовлює потреби виникнення людини і свідомості. І тому в цьому світі вони – випадковість або помилка зоряної еволюції.

Електромагнітна картина світу почала формуватися в другій половині XIX ст. на підставі досліджень у галузі електромагнетизму і головно була завершена протягом трьох десятиріч. Провідну роль у становленні цієї картини відіграли дослідження М. Фарадея і Дж. Максвелла, які ввели понят-



тя фізичного поля. В процесі формування цього поняття на зміну механічній моделі етеру прийшла електромагнітна модель; електричне і магнітне поля трактували спочатку як різні “стани” етеру; згодом необхідність етеру відпала. Настало розуміння того, що єдине електромагнітне поле саме є певним видом матерії і для його поширення не потрібне якесь особливе середовище етеру. В цей час були розвинуті нові філософські погляди на матерію, простір, час і сили, які багато в чому змінювали колишню механістичну картину світу.

Докорінно змінювався погляд на матерію: сукупність неподільних атомів переставала бути кінцевою межею подільності матерії, як таке приймали єдине абсолютно безперервне нескінченне поле з силовими точковими центрами – електричними зарядами, і хвильовими рухами в ньому. Рух розуміли не тільки як просте механічне переміщення, первинним щодо цієї форми руху ставало поширення коливань у полі, яке описували не законами механіки, а законами електродинаміки.

Необхідним було і нове вирішення проблеми взаємодії, ньютонівська концепція дальності була замінена фарадеївським принципом близькодії. У цій концепції будь-які взаємодії передаються полем з кінцевою швидкістю, яка не перевищує швидкості світла. Водночас від концепції абсолютного простору-часу фізики не відмовилися.

Унаслідок зміни уявлень про основи світобудови була створена нова картина світу. Матерія в цій картині існує в двох видах – речовини і поля.

У механічній картині світу не було розвитку, тобто світ уважали незмінним. Усі причинно-наслідкові зв'язки у такому світі є однозначними, тут панує лапласівський детермінізм, згідно з яким, якщо відомі початкові дані системи, то можна точно передбачити її майбутнє. Поля, на відміну від речовини, неперервно поширюються у просторі. Електромагнітна взаємодія пояснює не тільки електричні і магнітні явища, а й інші – оптичні, хімічні, теплові.

Електромагнітні сили відіграють вирішальну роль у проявах різноманітних властивостей речовини. Ці сили відповідають за міжмолекулярні зв'язки і зв'язки між атомами в ме-

лекулі, вони утримують електрони атомної оболонки поблизу ядра. Оскільки електрон і протон – стабільні частинки, то атоми і їхні ядра теж стабільні. Це забезпечує стабільність і незмінність Всесвіту загалом. Картина, яку побудували фізики XIX ст., на перший погляд виглядала логічною. Водночас в електромагнітній картині світу не змінювалися уявлення про місце і роль людини у Всесвіті, вона залишалась незрозумілою у бездоганно побудованому світі, її виникнення, як і раніше, вважали лише примхою природи. У науці продовжувала панувати ньютонівська парадигма подвійної реальності, згідно з якою, світ існує незалежно від людини. Відповідно, матеріальний світ можна описати об'єктивно, не включаючи у цей опис людину-спостерігача.

Особливе місце в розвитку науки посідає період з кінця XIX до початку XX ст. До 80-х років XIX ст. склалося переконання, що фізика як наука перебуває на завершальному етапі розвитку, а опис законів природи повинен незабаром набути всеосяжної й остаточної форми. Проте з 80-х років XIX ст. до 1905 р. були зроблені відкриття, які засвідчили, що ні про яке завершення фізики як науки не може бути й мови. Ці відкриття не тільки суперечили наявним концепціям, а й спростовували багато “старих принципів”.

Уперше у фізиці було знайдено дискретність, яка виявлялась у лінійності спектрів газів. Поняття дискретності було потрібне і для пояснення законів теплового випромінювання, явища фотоефекту.

Ньютонівські тверді атоми, як з'ясувалося, є майже цілком порожніми і мають внутрішню будову. Тривимірний простір і одновимірний час, завдяки А. Айнштайну, перетворилися на відносні прояви чотиривимірного просторово-часового континууму. Виявилось, що час минає по-різному для тих, хто рухається з різною швидкістю.

Атоми, взаємодіючи один з одним, утворюють молекули і врешті-решт усю матерію Всесвіту. У цьому разі взаємодія будь-яких тіл відбувається як за умов їхнього безпосереднього контакту, так і на відстані (тяжіння). Вирішуючи проблему взаємодії тіл на відстані, І. Ньютон запропонував принцип

далекодії, згідно з яким, взаємодія між тілами відбувається миттєво незалежно від відстані. Причини ж самої взаємодії у цій картині світу залишилися нез'ясованими. Ще одним першоелементом буття був усепроникний етер, який заповнює весь простір і є середовищем, у якому поширюється світло.

Концепція далекодії тісно пов'язана з розумінням простору і часу як особливих середовищ, що вміщують тіла, які взаємодіють між собою. І. Ньютон запропонував концепцію абсолютного простору і часу. Простір уявлявся йому великою "чорною скринькою", у якій перебувають усі тіла, у цьому разі, якби навіть уся речовина Всесвіту раптом зникла, то простір залишився б незмінним.

Отже, світ у механістичній картині буття побудований на єдиному фундаменті – законах механіки І. Ньютона. Усі перетворення та явища в природі зводили на рівні мікроявищ до механіки атомів і молекул – їхнього переміщення, зіткнення, зчеплення, роз'єднання.

Механістична картина світу виходила з уявлень, що мікросвіт аналогічний макросвіту. Також уважали, що і нежива, і жива матерія "сконструйовані" з одних і тих самих "механічних деталей", що відрізняються тільки розмірами.

Дослідженнями А. Айнштейна з'ясовано, що поблизу важких об'єктів час сповільнюється, а за певних екзотичних обставин він може і зовсім зупинитися. Закони евклідової геометрії більше не є обов'язковими для будови світу в масштабах Всесвіту. Планети рухаються за своїми орбітами не тому, що їх притягає до Сонця якась сила, а тому, що сам простір, у якому вони рухаються, викривлений. Субатомні феномени виявляють себе як частинки і як хвилі, демонструють свою подвійну корпускулярно-хвильову природу. З'ясували, що неможливо одночасно виявити, локалізувати мікрочастинки і виміряти їхню швидкість. Усі фізичні величини у природі є квантовими та ін.

Принцип невизначеності витіснив старий лапласівський детермінізм. Змінена була і ньютонівська концепція абсолютного простору і часу. Вони перестали бути самостійними, незалежними від матерії сутностями. Розуміння простору і

часу як абсолютних категорій поступилося реляційній (відносній) концепції простору і часу.

Змінився і поглибився зміст поняття поля і речовини. Замість двох видів полів, як в електромагнітній картині світу, тепер розглядають чотири: електромагнітну, слабку і гравітаційну, сильну взаємодії. У новій моделі усі чотири поля корпускулярною мовою інтерпретують як фундаментальні (калібрувальні) бозони (частинки з цілим спіном). Речовина складається з молекул, молекули – з атомів, атоми – з електронів і ядер. Поряд з речовиною існує антиречовина. Атомні ядра складаються з протонів і нейтронів (нуклонів), які, відповідно, утворюються з кварків і антикварків. Антикварки самі по собі у вільному стані не існують (явище конфайменту) і не мають ніяких окремих частин, як і електрони, і позитрони. Врешті-решт речовина складається з фундаментальних ферміонів (частинок з напівцілим спіном) – шести лептонів і шести кварків (не беручи до уваги антилептонів і антикварків). У цій картині світу основним матеріальним об'єктом є всюдиусуще квантове поле, перехід якого з одного стану в інший змінює кількість частинок. Тут уже немає непроникної межі між речовиною і полем. Частинок поля є віртуальними – вони існують дуже короткий час і в експерименті їх не спостерігають. Кожній фундаментальній взаємодії властиві свої переносники-бозони. Для гравітації – це гравітони, для електромагнітної взаємодії – фотони, для слабкої – три важкі бозони. Ці чотири типи взаємодій є в основі всіх інших відомих форм матерії.

Електромагнітній картині світу властива стабільність, оскільки в її основі були стабільні частинки – електрон, позитрон і фотон. Проте, як з'ясували, стабільні елементарні частинки – це виняток, правилом є їхня нестабільність. Майже всі елементарні частинки нестабільні – вони самовільно (спонтанно) розпадаються і перетворюються на інші частинки. Взаємоперетворення відбуваються і під час зіткнень частинок. Їхнє перетворення підпорядковане певним законам, які можуть бути використані для опису світу субатомних частинок. Взаємоперетворення частинок регулюють закони збереження.

Механічна й електромагнітна картини світу були побудовані на динамічних закономірностях. Вірогідність там допустима лише у зв'язку з неповнотою наших знань про природу (мають на увазі, що зі зростанням знань і уточненням деталей закони вірогідності поступляться місцем динамічним). Нова картина світу формує принципово іншу ситуацію – тут фундаментальними є закономірності вірогідності, що не зводяться до динамічних перетворень частинок, а можна говорити тільки про вірогідність того або іншого перетворення, проте не можна передбачити моменту розпаду частинки та ін. Випадковість і невизначеність є в основі природи речей, тому мова вірогідності стала нормою у сприйнятті фізичних законів.

Сам дослідник стає невіддільною частиною картини світу, яку створює. Отже, пізнання природи припускає присутність людини. Виявилось також, що прилади, які використовують для досліджень, можуть впливати на їхні результати.

Квантово-релятивістська наукова картина світу стала першим результатом новітньої революції в природознавстві й утвердження некласичного стилю мислення. Споглядальний стиль був замінений на дієвий, а життя перестало здаватися випадковим явищем у Всесвіті, його почали розглядати як закономірний результат саморозвитку матерії. Фізичні закони, якими оперує наша наука, є локальними, про решту матерії Всесвіту нам нічого невідомо.

Науковий світ вступає у чергову глобальну революцію в процесі пізнання дійсності, яка за глибиною і наслідками, очевидно, перевершить революцію ХХ ст. Для неї характерно те, що наукові знання включаються практично у всі сфери соціального життя людства, а сама наукова діяльність стає тісно пов'язаною з революцією у засобах збереження й одержання інформації.

Сьогодні нову картину світу, яку можна назвати еволюційно-синергетичною, тільки починають будувати, проте розгляд сучасних фізичних теорій дає змогу уявити її основний каркас: з відкриттям інфляційного розширення Всесвіту і прогнозом існування чорних дір прийшло розуміння того, що у Всесвіті є ділянки, у яких властивості простору-часу кар-

динально відрізняються від звичних нам на Землі. До моменту виникнення Всесвіту простір і час, наприклад, просто не існували, а потім стали дискретними, тобто квантовими.

Основою всього в новій картині світу є фізичний вакуум. Він – arena віртуальних частинок різної природи, які постійно народжуються та знищуються. Отже, сучасні теорії суттєво змінили погляд на вакуум, який у класичних картинах світу вважали місцем, вільним від матерії. Вакуум сучасних теорій – це система полів, які здійснюють нульові коливання, унаслідок цього вакуум має енергію, тиск та інші фізичні параметри.

Зв'язок між віртуальними частинками і вакуумом має динамічну природу; вакуум – жива порожнеча в повному розумінні цього слова, в його пульсаціях починаються нескінченні цикли народжень і руйнувань. Цей світ складається не з елементарних частинок, а із сукупності процесів – вихорів, хвиль, турбулентних рухів. Одночасно зникає межа між речовиною, полем і вакуумом. На фундаментальному рівні всі межі в природі виявляються умовними. Чотири відомі сьогодні взаємодії зливаються у єдину, яка виявляється різними гранями.

Ще однією важливою особливістю сучасної картини світу є визнання того факту, що процеси руйнування і творення, деградації й еволюції у Всесвіті принаймні є рівноправними, процеси творення (наростання складності і впорядкованості) мають єдиний алгоритм незалежно від природи систем, у яких вони відбуваються. Однією з центральних ідей сучасної фізики, як і науки загалом, стала ідея розвитку, або ідея еволюції. Тому нова концепція у фізиці та природознавстві отримала назву універсального, або глобального, еволюціонізму. У цій моделі Всесвіт постає перед нами як природне ціле, всю його історію від Великого вибуху до виникнення людства розглядають як єдиний процес, у якому космічний, хімічний, біологічний і соціальний типи еволюції пов'язані між собою. Це означає, що Всесвіт зазнає безперервної зміни, а людство спостерігає його постійну еволюцію. Все це відбувається завдяки процесам самоорганізації матерії, у тому числі постання Розуму, який теж виник унаслідок еволюції Всесвіту. Все буття є результатом еволюції, яка має

загальний всеосяжний характер. Одним з найважливіших висновків концепції універсального еволюціонізму є думка про спрямованість розвитку світу як цілого на підвищення своєї структурної організації. Вся історія Всесвіту є єдиним процесом самоорганізації і розвитку матерії. В рамках цієї концепції важливу роль відіграє антропний принцип, який стверджує, що виникнення людства стало можливим унаслідок тонкого підлаштування законів Всесвіту. Справді, закони Всесвіту начебто спеціально створено так, щоб його розвиток привів до появи на Землі різноманітних форм життя аж до людини, яка здатна досягнути й розкрити таємниці цього Всесвіту включно.

Сучасна картина світу достатньо проста і струнка, оскільки для її розуміння потрібно не так багато принципів і гіпотез. В цілому будь-яка програма не може виникнути сама собою, а є продуктом творчого акту, то, як уважають деякі фізики-теоретики, Всесвіту властивий творчий Розум. На їхню думку, матеріальний світ є лише “підґрунтям” буття, що взаємодіє з усіма іншими складовими і визначене ними.

Над світом матеріальних об’єктів є рівень ідеальних фізичних і математичних структур, що задають найважливіші закони природи; рівень численних програм, що визначають еволюцію Всесвіту загалом і матеріальних систем; рівень духовного світу людини – світу духовної свободи. Вершиною в ієрархічній структурі Всесвіту є Вищий Розум як надчуттєва, надособова першооснова всього світу, що підноситься над природою і людиною.

Характерною особливістю сучасної революції є також зміна функцій самої науки: з неklasичної вона повинна буде усвідомити своє місце в загальній системі людської культури і світогляду, їй необхідно визнати рівноправність таких сфер людської діяльності і культури, як релігія, філософія і мистецтво. Можливо, в недалекому майбутньому наука і релігія стануть розділами єдиного знання про цілісну картину світу. Наука наближається до зміни парадигми небачених розмірів, унаслідок якої зміняться наші уявлення про реальність і людську природу.

## Питання для контролю і самоконтролю

---

1. Як прийнято поділяти методи наукового пізнання?
2. Назвіть основні методи емпіричного і теоретичного рівнів пізнання.
3. Які умови необхідні для проведення наукових експериментів?
4. Що таке моделювання в науковому пізнанні?
5. Назвіть види моделювання.
6. Що розуміють під формалізацією в науковому пізнанні?
7. Основні риси наукового методу пізнання законів природи.
8. Який зміст понять “система”, “елемент”, “структура”, “функція”?
9. У чому відмінність між спостереженням і експериментом?
10. У чому відмінність наукового пізнання від інших способів освоєння дійсності?
11. Чим відрізняються поняття “концепції” і “теорії”?
12. Що таке парадигма?
13. Наука, її сутність, зміст і структура; особливості розвитку сучасної науки.
14. Як співвідноситься наука та інші форми суспільної свідомості; істинне знання і помилки в науці?
15. Схарактеризуйте емпіричний і теоретичний рівні дослідження, їхні відмінності і взаємозв'язок.
16. Як співвідносяться раціональність та інтуїція в природничо-науковому пошуку?
17. Чим виправдане знання історії природознавства в ході вивчення його сучасних концепцій?
18. Що спричинило поділ двох культур — гуманітарної і природничо-наукової? Чим зумовлена їхня інтеграція?

## Список літератури

---

### Основна

1. Бобильов Ю. П. Концепції сучасного природознавства : навч. посібник / Ю. П. Бобильов. – К. : Центр навчальної літератури, 2003.
2. Карпов Я. С. Концепції сучасного природознавства : підручник / Я. С. Карпов, В. В. Кисельник, В. Г. Кремень та ін. – К. : Професіонал, 2004.
3. Польшаков В. І. Концепції сучасного природознавства : навч. посібник / В. І. Польшаков, М. В. Богдан. – К. : Центр навчальної літератури, 2004.



4. Гайзенберг В. Теория, критика и философия / В. Гайзенберг // Успехи физических наук. – М., 1970. – Т. 102.
5. Горелов А. А. Концепции современного естествознания : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / А. А. Горелов. – М. : Владос, 2002.
6. Оноприенко В. И. Науковедение: поиск системных идей / В. И. Оноприенко. – К. : ГП “Информационно-аналитическое агентство”, 2008.
7. Тулмин Ст. Человеческое понимание / Ст.Тулмин ; пер. с англ. Кагановой З. В. – М. : Прогресс, 1984.

#### Додаткова

1. Кайку М. Візії: Як наука змінить ХХІ сторіччя / М. Кайку ; пер. з англ. Л. Кам'янець. – Львів : Літопис, 2004.
2. Онопрієнко В. І. Історія української науки ХІХ–ХХ ст. : навч. посібник / В. І. Онопрієнко. – К. : Либідь, 1998.
3. Рижко В. А. Концепція як форма наукового знання / В. А. Рижко. – К. : Наукова думка, 1995.
4. Чуйко В. Л. Національна мова науки як феномен історії культури / В. Л. Чуйко // Проблеми філософії. – К., 1991. – № 88.
5. Кун Т. Структура научних революцій / Т. Кун ; пер. с англ. И. З. Налетова. – М. : Прогресс, 1975.
6. Лакатос И. Фальсификация и методология научно-исследовательских программ / И. Лакатос. – М. : Прогресс, 1995.
7. Поппер К. Логика и рост научного знания / К. Поппер. – М. : Прогресс, 1983.
8. Фейерабенд П. К. Избранные труды по методологии науки / П. К. Фейерабенд. – М. : Прогресс, 1986.
9. Хеллман Х. Великие противостояния в науке. Десять самых захватывающих диспутов / Х. Хеллман ; пер. с англ. Я. Лебеденко, А. Свирид. – М. : Вильямс, 2007.
10. Черняк В. С. История, логика, наука / В. С. Черняк. – М. : Наука, 1986.

## КОНЦЕПЦІЇ АСТРОНОМІЇ

Астрономія – наука про небесні тіла, їхнє походження, будову і розвиток, Всесвіт загалом. Вона вивчає закономірності розвитку планет Сонячної системи (з їхніми супутниками), метеоритів, зірок, гравітаційного і магнітного полів.

На нічному небі неозброєним оком можна побачити 2 000–3 000 зірок. Вони, здебільшого, розподілені нерівномірно. Небесна сфера (зоряне небо) налічує мільйони і мільярди зірок. У деяких каталогах наведено близько 20 млн астрономічних об'єктів. Найближча до Сонця зірка – Проксима Центавра (4,2 світлового року від Сонця), а наступна зірка – Сиріус (8 світлових років). У середньому відстані між зорями в нашій галактиці становлять близько 10 світлових років. Сонце обертається навколо своєї осі в тому ж напрямі, що й Земля, і має магнітне поле.

Усі планети Сонячної системи рухаються в одному напрямі та в одній площині (за винятком Плутона). Відстань від Сонця до Землі – близько 150 млн км, що становить 107 діаметрів Сонця. Малі планети (як і більшість їхніх супутників) не мають атмосфери.

Сонце можна розглядати як плазмову кулю ( $1,4 \text{ г/см}^3$ ). В атмосфері Сонця – короні – утворюються протуберанці з підвищеною густиною і нижчою температурою. Сонячний вітер є наслідком постійного витікання плазми сонячної атмосфери у міжпланетний простір.

Розрахунки реакції термоядерного синтезу гелію з водню на Сонці виконував Г. Бетс (Нобелівська премія 1967 р.), його дані (як і багатьох інших дослідників) багато в чому є проблематичними. Довкола осі галактики Сонце рухається зі швидкістю 250 км/с. Вік Сонячної системи визначений за віком давніх метеоритів, становить близько 5 млрд років).

У класичній теорії тяжіння І. Ньютона закони Й. Кеплера отримали логічне пояснення. Згідно з першим законом Й. Кеплера, планети рухаються по еліптичних орбітах, в одному з фокусів яких є Сонце (еліпс виражає загальну форму траєкторії тіла, яке виконує зв'язаний рух, тобто обидва тіла пов'язані гравітаційним притяганням). Усі планети рухаються і відбивають сонячне світло. Тому більшість планет Сонячної системи видно неозброєним оком. Деякі планети мають супутники меншої маси. Наприклад, Земля має один супутник – Місяць, Юпітер має їх щонайменше 15, найбільші – Ганімед, Каллісто, Європа та ін. Крім планет і їхніх супутників, навколо Сонця рухається пояс астероїдів. Більшість орбіт астероїдів зосереджена між орбітами Марса та Юпітера. У космічному просторі понад 100 млрд комет, величезна кількість космічного пилу, який частково, потрапляючи в земну атмосферу, згоряє (метеори).

У межах Сонячної системи спостерігають падіння великих і яскравих метеорів (болідів), за якими тягнеться вогневий хвіст.

У надрах небесних тіл відбуваються термоядерні реакції синтезу з виділенням величезної кількості космічної енергії, з якої Земля сприймає лише одну двохмільярдну частку. Однак цього достатньо для перебігу тих процесів, які відбуваються на Землі.

Сонячна система є частиною зоряної системи – галактики. Галактика складається із зір різних типів, газових і пилових туманностей та ін. Ми живемо в час спокійного розширення Всесвіту поблизу одного з найспокійніших місць – зірки Сонця.

Галактики – це велетенські скупчення зірок та їхніх систем різної форми, які мають свій центр (ядро). Нашу галактику називають Молочний Шлях, у ній є близько 150 млрд зірок, її розміри сягають 100 тис. світлових років. Сонце розташоване на відстані близько 30 тис. світлових років від центра галактики. До найближчої галактики світловий промінь досягає за 2 млн років (туманність Андромеди).

Галактики є джерелами основного будівельного матеріалу Всесвіту – водню – найпростішої складової, яка в надрах

зірок унаслідок атомних реакцій утворює складніші атоми, чим саме зумовлена різна маса зірок. У Сонці відбуваються ядерні реакції: чотири атоми водню перетворюються в гелій.

Зорі, планети і галактики зазнають змін, наприклад, звичайні зорі переходять у білі карлики внаслідок поступового охолодження. Діаметр білого карлика може дорівнювати діаметру Землі, густина –  $10 \text{ т/см}^3$  і перевищує в сотні тисяч разів земну густину, а температура сягає близько мільярда градусів. На завершальній стадії еволюції унаслідок виділення великої кількості енергії густина зір досягає близько  $10 \text{ млн т/см}^3$  і вони можуть переходити в чорні діри. Іноді чорні діри ототожнюють з джерелами сильного рентгенівського випромінювання. В них органічно об'єднуються мікро- і макромасштаби з величезною масою ( $10^{15} \text{ кг}$ ) і мікроскопічними розмірами ( $10^{13} \text{ см}$ ).

Учені припускають, що близько 20 млрд років тому Всесвіт займав значно менший простір, проте стан його був зовсім іншим (він мав дуже високу густину і температуру). Цей вихідний стан називають сингулярністю. З моменту сингулярності (Великого вибуху) Всесвіт еволюціонує. Відлік часу в житті Всесвіту почався 15–20 млрд років тому. До того маса Всесвіту перебувала у точковому стані (без матерії, простору, часу). Вакуум був основною субстанцією – першоосновою життя, й уособлював особливий стан матерії. Причина порушення точкового стану і досі не розгадана. Матерія розширилася, з'явилося буття, простір і розпочався відлік часу.

У 1920-х роках О. Фрідман запропонував концепцію розширення Всесвіту. Американський астроном Е. Хаббл, вивчаючи галактики, дійшов висновку, що вони розбігаються. Як відомо, рух галактик і зоряних світів утримують у рівновазі гравітаційні сили. Розширення Всесвіту відбувається до деякого моменту, після чого матерія знову стягується у певну точку, стискається простір, а поворот часу не можна помітити людині, бо її життя, як і життя всього людства, є надто коротким і непомітним щодо існування всього Всесвіту. Якщо поза Всесвітом немає ні матерії, ні часу, ні простору, то ми не можемо спостерігати подій у зворотному

му часі. Важко, а то й неможливо відповісти на питання: скільки разів народжувався і гинув Усесвіт (Еремеева А. И., Цицин Ф. А., 1989).

Релятивістська теорія однорідного ізотопного Всесвіту (теорія О. Фрідмана) допускає існування нестатичного світу, у якому відстані між двома довільно обраними точками з часом змінюються. А. Айнштайн визнав, що результати досліджень О. Фрідмана пов'язані з рівняннями поля, які допускають для структури простору поряд зі статичними розв'язками й динамічні (змінні). В основі релятивістської космології є теорія відносності А. Айнштейна з безмежним, але скінченим Усесвітом. Безкінечність невичерпна, а безкінечність поняття безперервно змінюється з розширенням наших знань. Класичну теорію тяжіння І. Ньютона змінила релятивістська космологія, а з нею – уявлення про еволюцію Всесвіту від деякого сингулярного стану (Климишин І. А., 1996).

У сучасній космогонії загибель Всесвіту пов'язують із його стискуванням і скороченням, підвищенням космічної температури (до десятка мільйонів градусів), унаслідок чого планети і зірки починають випромінювати електрони і ядра. “Життя” і “смерть” Всесвіту або цикл за циклом можуть змінюватися без зародження життя, або ж навпаки, з його появою без зв'язку з відголосками життя минулого.

Сингулярність розглядають як вихід Всесвіту зі стану з нескінченно високою густиною ( $\rho = \infty$ ). З моменту, коли густина речовини вирівнялася з густиною випромінювання, Всесвіт розширюється однорідно й ізотропно. Однак проблема стану Всесвіту за умов сингулярності дуже далека від вирішення. У контексті сингулярності формулювалося уявлення про вічність світу. Розвиваються як окремі сонця та їхні системи, так і Всесвіт загалом. Очевидно, до жодного з основних законів час не входив у явному вигляді, з огляду на це ідея розвитку окремих небесних тіл в астрономії набула уваги останні двісті років тому. Простір уявляли замкнутою системою, у якій відбувається вічна драма еволюції світів.

Відповідно до другого закону термодинаміки, ентропія, як одна з характерних термодинамічних функцій, зростає чи то з розширенням, чи то зі стискуванням Всесвіту. В сучасній космології сингулярний стан називають початком Всесвіту лише у відносному (а не абсолютному) значенні.

Простір Всесвіту тривимірний (довжина, ширина, висота). Отже, точку можна фіксувати трьома числами – координатами. У спеціальній теорії відносності використовують поняття чотиривимірного простору-часу, де час є четвертою координатою.

Весь простір Всесвіту рівномірно заповнений галактиками, між якими діють закони всесвітнього тяжіння. З віддаленням від нас зростає швидкість галактики і зміщення світлового спектра випромінювання в червону ділянку.

Одним з методів дослідження властивостей мікро-, макро- і мегасвітів є виявлення різних симетрій. Природничо-наукову картину світу насамперед визначають астрономія, космологія, космогонія і фізика.

Космогонія вивчає виникнення і розвиток космічних тіл та їхніх систем, тоді як фізика закладає теоретичний фундамент усій світобудові, яку описують усі перелічені дисципліни. Поняття “Космос” узгоджується з поняттями “Світ” чи “Всесвіт.” Однак під Світом у сучасній космології розуміють нашу земну кулю і весь космічний світ небесних світил (у тім числі Сонячну систему, усі галактики, доступні для спостережень, усе міжзоряне середовище). Всесвіт охоплює всю сукупність потенційно можливих матеріальних світів, це вся матерія у структурному просторово-часовому різноманітті.

Простору і часу властива симетрія – узгодженість процесів окремих частин, які об’єднуються в ціле. Симетрія виражає пропорційність і рівновагу. На протиположності симетрії, в природі притаманна асиметрія – однонапрямленість усіх процесів. Кількість енергії в замкнутих системах зберігається, проте її розподіл відбувається незворотним шляхом. Симетрична й асиметрія існують одночасно в певних умовах і відношеннях відмінностей та протилежностей усередині єдності. Вони виши і доповнюють одна одну. Обидві ці характеристики ви-

никають і зникають, виражають повне перетворення протилежностей одне в одне.

Як філософська категорія симетрія означає тотожність моментів у певних умовах і певних співвідношеннях між різними і протилежними станами явищ природи. Наявність симетрії зумовлює необхідність розглядати будь-яку систему в її різних станах. Особливо важливу роль відіграють незмінні, інваріантні функції, які відповідають аналізованим системам.

Еволюцію Всесвіту, її синергетичне бачення вивчає космологія. Одна з її концепцій припускає, що в процесі розширення з вакуумного суперсиметричного стану Всесвіту з підвищенням температури виникли передумови до Великого вибуху. Подальший розвиток відбувався через критичні точки, у яких виникали спонтанні порушення симетрії вихідного вакууму. Енергія вакууму та енергія полів пов'язані з подальшою симетрією між різними частинами.

Земля, як одна з планет Сонячної системи, обертається навколо Сонця зі швидкістю 30 км/с, а Сонячна система обертається навколо центра нашої галактики по спіралі (до центра сузір'я Геркулеса) зі швидкістю 20 км/с. Будь-яке явище у просторі-часі можна вивчити, вибравши ділянку системи відліку і систему координат та прилад для визначення тривалості часу.

Джерелом усіх змін на Землі є Сонце. Життєдіяльність живих організмів розглядають як перетворення форм енергії. Д. Джоуль і Х. Ленц відкрили такий закон: кількість теплоти, виділеної струмом, пропорційна до квадрата сили струму й опору:  $Q=I^2Rt$  (1 кал. = 4,185 Дж).

Простір і час перестали бути незалежними від руху матерії через її гравітаційні поля, які викривляють чотиривимірний світ. Ці викривлення тяжіння простору-часу визначають рух мас, їхню траєкторію і швидкість. Загальна теорія відносності передбачила викривлення траєкторії світлового променя в полі тяжіння і зменшення частоти світла поблизу великих мас (зміщення до червоного кінця спектра випромінювання). Всесвіт нестійкий і нестабільний. Він розширюється, зміню-

ючи конфігурацію (зменшується кривина простору). А. Айнштайн, розробляючи теорію відносності, припускав, що у Всесвіті все перебуває в русі, а тому все відносне (немає способу виділити абсолютне). Крім того, швидкість світла стала у вакуумі і не залежить від руху джерела. У спеціальній теорії відносності (СТВ) враховано ефект сповільнення часу (зі збільшенням швидкості руху об'єкта); з ефекту сповільнення часу випливає, що в кожній інерційній системі свій місцевий час, відмінний від абсолютного для Всесвіту; ефект зміни геометричних розмірів об'єкта (зі збільшенням швидкості геометричні розміри об'єкта зменшуються). Закон додавання швидкостей визначає межі прикладання класичної механіки І. Ньютона. Для швидкостей, суттєво менших від швидкості світла, застосована класична теорія І. Ньютона, а для швидкостей, сумірних зі світловою, – релятивістська теорія. Між ними – межа використання законів класичної механіки.

А. Айнштайн узагальнив принцип відносностей Г. Галілея й узяв його за основу спеціальної теорії відносності, у якій властивості простору і часу розглядають без урахування гравітаційних полів. У 1905 р. А. Айнштайн довів, що матерія та енергія – різні міри однієї і тієї ж фізичної суті. Закон збереження енергії – загальний закон природи, він об'єднує живу і неживу природу.

### Концепція розширення Всесвіту

У І. Ньютона простір і час – це вміст матерії, у Г. Галілея вони відокремлені одне від одного, за А. Айнштайном, зі зникненням матерії зникають простір і час. В А. Айнштайна простір і час зовсім не є абсолютними і незмінними, у різних системах відліку вони можуть виявлятися по-різному. Скорочення простору і часу залежно від швидкості тіл, що рухаються, відбувається насправді, однак ми його не можемо виявити у власній системі відліку, оскільки для нас ці процеси природні. Жодна система не є ліпшою чи гіршою, в кожній з них процеси проходять по-своєму. У цьому і суть принципу відносності А. Айнштайна. У концепції вченого



простір і час, навіть ставши відносними, перебувають у нероздільному взаємозв'язку, утворюють єдиний просторово-часовий континуум. У спеціальній теорії відносності не враховано наявності гравітації. Тяжіння нерозривно пов'язане з простором-часом (речовинно-просторово-часовий континуум). Подальші результати СТВ і загальної теорії відносності (ЗТВ) перенесені на космічні масштаби, виражені в концепції розширення Всесвіту.

У надрах протозірки, що стискала, підвищувалася температура і в разі досягнення її значення 10 млн °С почались термоядерні реакції, наше Сонце “загорілося”. “Пальним” Сонця є водень, з якого в його центральній частині синтезуються ядра гелію з виділенням величезної енергії. Зовнішню оболонку, яку ми спостерігаємо на Сонці, називають фотосферою. Вона оточена тонким шаром червоного кольору – хромосферою. Під час сонячних затемнень можна спостерігати сонячну корону, яка простягається на мільйони кілометрів від краю Сонця. Її утворює газ, який невпинно витікає в міжпланетний простір, – дме сонячний вітер, швидкість якого на відстані земної орбіти становить 400 км/с. За 5 млрд років Сонце втрачає з випромінюванням 1 % своєї маси. Вчені вважають, що кожної секунди в центральних областях Сонця 600 т водню перетворюється в гелій, з чого 4,3 т є променевою енергією. Сонце обертається навколо осі за 25 діб у тому ж напрямі, що й Земля.

За сучасними уявленнями, планети Сонячної системи утворилися з протопланетної хмари, що відділилася від диска протозірки; планети земної групи – Меркурій, Венера, Земля, Марс – виникли близько 100 млн років тому.

Сьогодні в науці під Всесвітом розуміють місце появи людини, доступне для емпіричного спостереження. Найприйнятнішою нині в космології є модель однорідного ізотропного нестационарного (гарячого) розширення Всесвіту, побудована за засадах загальної теорії відносності і релятивістської теорії тяжіння, створеної А. Айнштайном 1916 р. Основою моделі є дві ознаки: властивості Всесвіту однакові в усіх його точках (однорідність) і напрямках (ізотропність); найвідоміші

опис гравітаційного поля – рівняння А. Айнштейна. З цього випливає кривина простору і зв'язок кривини зі щільністю маси (енергії). На цих постулатах ґрунтується релятивістська космологія.

Важливий аспект цієї моделі – її нестационарність. Це визначене двома постулатами теорії відносності: принцип відносності стверджує, що в усіх інерційних системах усі закони зберігаються незалежно від того, з якими швидкостями рівномірно і прямолінійно рухаються ці системи одні відносно одних; також підтверджено експериментально стали швидкість світла.

Згідно з теорією відносності, викривлений простір не може бути стаціонарним: він повинен або розширюватися, або стискатися. Червоне зміщення пропорційне відстані до джерела, що й підтвердило гіпотезу про віддалення їх, тобто про розширення видимої частини Всесвіту.

Червоне зміщення теоретично підтверджує нестационарність нашого Всесвіту з лінійними розмірами порядку декількох мільярдів парсеків упродовж багатьох мільярдів років.

Модель розширення Всесвіту охоплює уявлення про Великий вибух, який відбувся орієнтовно 12–18 млрд років тому. Вибух, що відбувся одночасно всюди, заповнивши весь простір, привів до того, що кожна частина матерії почала рухатися геть одна від одної.

За іншою теорією Великого вибуху, близько 10 млрд років тому вся видима частина Всесвіту була сконцентрована в малому об'ємі. Маючи величезну густину ця речовина почала розширюватися, що й триває досі.

Частина космологів дотримується думки про еволюційний хід розвитку, що супроводжується поперемінним розширенням і стисканням і не має катастрофічного характеру.

Стан Всесвіту – так звана сингулярна точка – безконечна густина маси, безконечна кривина простору і вибухове розширення за високої температури, за якої існувала лише суцільна елементарних частинок (у тім числі фотони і нейтрони).

Розширення і стискання Всесвіту – єдині великомасштабні рухи. Загальне обертання потребує осі та симетрії, а тому

ніякого “місця вибуху”, з якого нібито відкрилася первинна енергія, не було (Хокинг С., 1990).

До Великого вибуху Всесвіт виник з нічого. У Біблії стверджено, що Бог створив усе з нічого. Під словом “нічого” в науковій термінології розуміють вакуум (форма матерії). Квантова механіка допускає, що вакуум перебуває у збудженому стані, який утворює поле, а поле – речовина. Отже, Всесвіт міг утворитися з нічого (зі збудженого вакууму). Вакуум – своєрідна форма матерії, яка за певних умов здатна “народжувати” речовинні частинки. Поява Всесвіту з нічого означає її самовиникнення з вакууму. Наприклад, згідно з сучасною квантовою механікою, вакуум може набути збудженого стану і в ньому можуть утворитися поля, а з них – речовина. Наука не здатна ні підтвердити, ні заперечити релігійного твердження.

У природознавстві (як, зрештою, у науці загалом) існує принцип доповнюваності, що вводить в аналізи складного явища декілька взаємовиключних понять, які доповнюють одне одного (наприклад, порівняйте дві форми духовної культури – науку і релігію).

Іншим принципом може слугувати принцип відповідності як загальний методологічний (сформований Н. Бором 1913 р. для квантових об’єктів). Згідно з цим принципом, закони, виведені новими науковими теоріями, визнають істинними, якщо вони не відкидають попередніх теорій, істинність яких доведена, і включають їх як окремі випадки. Нові наукові результати повинні узгоджуватися з попередніми фактами.

Ньютонівський Всесвіт (згідно з законом тяжіння І. Ньютона) – це модель Всесвіту, безмежного в просторі і часі, її простір є вмістом матерії і він ніяк не пов’язаний з матеріальними об’єктами, які заповнюють його (простір). Простір вічний навіть без матерії, що його заповнює. Кількість планет, зірок, зоряних систем безмежна і вічна, однак кожне небесне тіло зокрема зароджується і зникає. Це класична концепція І. Ньютона, на підставі якої описані рухи Місяця, планет, орбіти, припливи. Вона була прийнятною до XX ст.

Першу модель Всесвіту, а точніше – першу концепцію формування (еволюції) Всесвіту, виклав І. Кант. Ця теорія ґрунтувалася на розвитку ідей І. Ньютона.

Гіпотеза І. Канта про появу та розвиток космічних тіл і систем, зірок і нагромаджень Сонячної системи (і тіл, що до неї входять) відкидає ньютонівський “першопоштовх”. І. Кант шукав природничу причину виникнення руху у Всесвіті, розвивав загальну ідею еволюції Всесвіту (і, відповідно, Сонячної системи). Він обґрунтував гіпотезу існування розжареної космічної матерії, частини якої згущуються, потрапляючи в центр притягання цієї матерії, частинки розігрівають її. Поступово внаслідок притягання і відштовхування виникає колове обертання. Елементи космогонічної теорії І. Канта актуальні й досі, наприклад, там, де йдеться про розігрівання надр планет під впливом зміщення речовин, про загасання зірок. Утворення світів не припиняється, з першоматерії (газопилової суміші) виникають нові зоряні системи. Безмежним у просторі є Всесвіт, заповнений матерією. І в цьому Всесвіті наявні молоді і старі частини (у старій частині (в центрі) розміщене Сонце). Молодші частини Всесвіту перебувають на периферії, вони відроджуються на місці старих (трактування космічних систем та різних поколінь прийняте в сучасній природознавчій науці).

У головній праці І. Канта “Загальна природна історія і теорія неба, або спроба пояснити будову і механічне походження всієї світобудови, виходячи з принципів Ньютона” (1755) виконано перший у науці аналіз проблем життя у Всесвіті. І. Кант уважав, що розумне життя існує в Космосі не скрізь (далі від Сонця життя красивіше).

П. Лаплас, продовжуючи вчення І. Канта, запропонував свою концепцію ієрархічного Всесвіту. У праці “Космологічні листи про світобудову” (1761) він описував у Всесвіті системи трьох порядків: планет із супутниками, Сонця (та інших зірок) з планетами, Молочного шляху і подібних туманностей як скупчення зірок; усі системи перебувають у безперервному русі (у тім числі й обертання Сонця). П. Лаплас уважав, що можуть існувати надщільні космічні тіла.

Наприкінці XVIII ст. з'явилася праця П. Лапласа “Викладення системи світу”, у якій він описав ньютонівську картину Всесвіту, додавши свою космогонічну гіпотезу. І. Кант у космогонічній теорії вважав можливим спонтанний початок обертання ізольованої маси, тоді як П. Лаплас припускав, що початково оберталася туманність. П. Лаплас звернув увагу на можливість обертання під впливом гравітаційних сил планет (їхніх супутників) з первинної розрідженої туманності, яка оберталась із Сонцем у центрі. У ході охолодження і стискання з туманності відокремлювались газові кільця, які стягувалися й утворювали планету. Стан речовини у І. Канта – це пил (який поступово зліплювався), а в П. Лапласа – гаряча газова туманність. Обидві гіпотези сьогодні об'єднано. Отже, концепція еволюції мегасвіту вперше описала розвиток космічної матерії під впливом сил гравітації.

Планети Сонячної системи могли утворитися з газопилової хмари, що охоплювала центральну зірку. З появою зірки потужне гравітаційне поле стискало її газоподібний водень доти, доки температура в ядрі не досягла 10–100 млн градусів, чого достатньо, щоб переплавити атоми водню на гелій. Унаслідок цього термоядерного синтезу водень запалився й утворив зірку (явища гравітаційного утримання). Утримувати плазму в певних межах на Землі за допомогою гравітаційного поля ми не можемо, однак можна використати конструкції добування електроенергії з енергії термоядерного синтезу за допомогою киплячої води. З перетворенням водню у гелій утворюється величезний потік нейтронів, який пронизує оболонку, що оточує реактор і містить труби з водою. Нейтрони, нагріваючи оболонку, спричиняють кипіння води в трубах, і пара надходить на лопаті турбіни (як і в гідро- чи тепловій електростанції). Магніт, що обертається, штовхає електрони у провід, створюючи там змінний струм, який урешті-решт потрапляє в електромережу будинків.

Квантова теорія гравітації покликана допомогти зрозуміти умови, за яких відбувся Великий вибух (“квантова космологія”). Всесвіт у момент створення був дуже малий, і кван-

тові ефекти домінували. Фізики припускають, що Всесвіт існує в паралельних квантових станах одночасно як, до речі, електрон.

У нескінченній сукупності Всесвітів (мультисвітів) спочатку не було ні часу, ні простору, ні матерії, ні енергії. З невизначеності і нестабільності почали формуватись маленькі частинки, які привели до Великого вибуху. Це ніби суперечить законові збереження матерії й енергії. Проте вміст матерії-енергії у Всесвіті додатний, а гравітаційна енергія від'ємна. Отже, їхнє сумарне значення дорівнює нулю, і для появи Всесвіту не потрібно чистої енергії. В нескінченній кількості Всесвітів фізичні контакти інші. Одні з них мертві, а інші мають стабільну ДНК. Між ними є перехідні варіації. Наприклад, якщо Всесвіт ущільнюється до певної критичної точки, то виникає потужна гравітація (на противагу розширенню), яка його стискає. Через мільярди років Всесвіт стиснеться у велетенський атом, колапсує до "великого стиснення" і загине у вогні. За іншим сценарієм, Всесвіт (унаслідок дії другого закону термодинаміки) знає діаметрально протилежних змін, температура в ньому знизиться колись до абсолютного нуля (сценарій великого холоду). Між тими ймовірними сценаріями таємничою є майже вся матерія у Всесвіті (так званої темної матерії ніхто не бачив). Ця таємнича темна матерія оточує галактики, вона їх стримує від розлітання, коли вони обертаються. Не маючи інформації про темну матерію, не можемо сказати, чи достатньо її, щоб припинити розширення Всесвіту. Так чи інакше, майбутнє Всесвіту, на думку вчених, – це смерть. Однак на цій похмурій картині наукова думка не спинається.

Найповніший опис мікросвіту дає квантова теорія, яка ґрунтується на тому, що сили з'являються від обміну окремими найдрібнішими порціями енергії.

Вивчити діри у просторі-часі з погляду квантової корекції, а особливо з'ясувати, чи діри у просторі-часі справді стабільні, як стверджують фізики, можливо лише за умови подальших досліджень. А це, відповідно, потребує розуміння

сили тяжіння, яка тримає вкупі Сонячну систему і галактику, електромагнітної сили (світло, мікрохвилі тощо), ядерної взаємодії слабкої сили, від якої залежить радіоактивний розпад елементів, і сильної ядерної взаємодії, яка Сонцем і зорями освітлює весь космічний простір.

Інша концепція – виникнення галактик, зірок і планетних систем з надміру щільної зоряної речовини, складеної з найважчих елементарних частин – гіперонів (містяться в ядрах галактик) – шляхом їхньої фрагментації.

Після Великого вибуху згустки речовини з надмірно великою щільністю повинні злегка силами взаємного притягання пригальмовувати одні одних, зменшуючи швидкість, однак для гальмування бракує усієї маси Всесвіту.

Чорні діри свідчать про певну масу речовини, яка виявилася в невеликому об'ємі (критичному для цієї маси). Під дією власного тяжіння така речовина починає нестримно стискатися; і це відбувається в зорях з втраченим водневим паливом, коли стискання сягає безконечної густини (за попередньої маси). Втративши ресурси, зоря тьмяніє, і спалахи переходять у газову туманність. У разі великих розмірів під час еволюції промені не можуть покинути поверхню через сили гравітації, унаслідок чого настає гравітаційний колапс. З тиском зростає концентрація маси; настає момент, коли сила тяжіння на поверхні вкрай велика і для її подолання треба розвинути швидкість, більшу від швидкості світла. Тому чорна діра нічого не відображає і нічого не випускає назовні. До того ж, її неможливо виявити. В чорній дірі простір викривляється, а час сповільнюється. Подальше стискання приводить до появи ядерних реакцій. Якщо тиск знижується, то відбувається вибух (антиколапсійний), і чорна діра переходить у білу.

Дослідження природи чорних дір, їхньої еволюції пов'язані з дослідженнями еволюції найбільш масивних зірок. Тіло, захоплене чорною дірою, для зовнішнього спостерігача безслідно зникає, що відбувається в дірах, – не відомо.

Згідно з теорією І. Ньютона, Земля постійно створює гравітаційне притягання. Його може позбутися тіло, яке має

другу космічну швидкість (близько 11 км/с). Швидкість виходу тіла за межі гравітаційного поля Землі залежить від маси і радіуса земної кулі. Якби густина і маса космічного тіла були великі, то швидкість виходу з його гравітаційного поля була б вищою від швидкості світла. Таке тіло для зовнішнього спостерігача є абсолютно чорним, оскільки світло його не може покинути.

Чорні діри з'являються внаслідок сильного стискання більшої маси матерії, спричиненого гравітаційним полем (чорна діра не випускає навіть світла). Якщо ця маса стиснута, то радіус зменшений, сила тяжіння збільшена. Гравітаційний радіус у разі стискання зменшується, а сила стискання зростає (так званий гравітаційний колапс), що призводить до появи чорної діри. Поблизу чорної діри збільшується сила тяжіння, унаслідок чого змінюються властивості простору.

У чорну діру менше 1 см може перетворитися тіло з масою, що дорівнює масі Землі, а тіло з масою Сонця може стиснутися до діаметра менше 1 км. Швидкість світла є граничною \*. Згідно з теорією А. Айнштейна, простір і час тісно взаємопов'язані. Наприклад, час для спостерігачів, що рухаються один щодо іншого, минає з різною швидкістю. Час відносний, а швидкість світла абсолютна. Тіла (частинки), у яких швидкість близька до швидкості світла, живуть довше.

Концепція А. Айнштейна отримала назву загальної теорії відносності. Гравітація, на думку вченого, є наслідком викривлення простору-часу і в ньому частинки рухаються за найкоротшими траєкторіями, подібно до двох меридіанів, які на території екватора паралельні, а з віддаленням зближуються і врешті перетинаються в точці полюса. Матерія, яка пере-

---

\* Український фізик Олекса-Мирон Біланюк (1926–2009), який працював у США, 1962 р. звернув увагу на те, що основним принципом СТВ не суперечить існування гіпотетичних частинок, названих пізніше тахіонами, які “від народження” рухаються швидше від світла. Сьогодні опубліковано декілька тисяч праць, що стосуються концепції тахіонів.



міщається, визначає конфігурацію простору-часу. Темп часу, згідно з теорією відносності, залежить від гравітаційного поля. В теорії А. Айнштейна сингулярність – це зона надвисокого викривлення простору-часу, і мандрівник у ній зникне, будучи розчавленим величезною гравітаційною силою.

Зі збільшенням швидкості плин часу сповільнюється у сильному полі тяжіння, а час спливає повільніше поза ним. Тобто час біля поверхні, наприклад, зірки й поверхні Землі різний. У першому випадку час спливає повільніше, а в другому – швидше (сили тяжіння не є сумірними). На висоті від поверхні будь-якого астрономічного тіла годинник іде швидше, ніж на його поверхні.

Отже, унаслідок астрофізичних процесів (наприклад, з закінченням термоядерного палива) зірки, маса яких на порядок вища від маси Сонця, під дією гравітаційних сил провалюються всередину себе, утворюючи чорні діри у Всесвіті. Вони впливають на структуру простору-часу, утворюючи в ньому бездонне провалля. Чорні діри є універсальним об'єктом, їхні властивості залежать від властивостей речовин, з яких вони утворені. Властивості чорних дір визначені хімічним складом речовини вихідної зірки. Вони підпорядковані лише законам теорії гравітації. У вакуумі як стані простору чорна діра може перебувати довго, втрачаючи масу, чорна діра розігрівається.

Теорія гравітації опублікована А. Айнштейном 1916 р. Запропоновані рівняння узагальнюють закон всесвітнього тяжіння І. Ньютона. Гравітацію розглядають як наслідок викривлення простору-часу за наявності матерії чи енергії.

Зорі зберігають у просторі взаємне розташування впродовж тривалого часу, а планети серед зірок описують складні траєкторії. К. Птолемеєм, пояснюючи петлеподібні рухи планет, уважав, що Земля розташована в центрі Всесвіту, а кожна з планет обертається по малому колу (епіциклу), центр якого рухається по великому колу навколо Землі.

На початку XVI ст. М. Коперник обґрунтував геліоцентричну систему, згідно з якою рух небесних тіл пояснено ру-

хом Землі та інших планет навколо Сонця за добовим обертанням Землі. Лише на початку XVII ст. геліоцентричну систему світу визнала більшість учених.

Закон всесвітнього тяжіння вперше сформульований І. Ньютоном 1687 р. у праці “Математичні принципи натуральної філософії”. Цей закон – найзагальніший закон, який математично обґрунтував і розпізнав явища та сили природи, намалював загальну картину світобудови. Було підтверджено відкриті раніше Й. Кеплером закони руху планет. Теорія І. Ньютона заклала основи динаміки Сонячної системи і відкрила можливості передбачення руху планет, їхніх супутників та комет із дивовижною точністю (Еремеева А. И., Цицин Ф. А., 1989).

### Хаос і порядок у природі

Під хаосом розуміють відсутність кореляції (взаємозв'язку) і неупорядкованість процесу. В простих динамічних системах з незначною кількістю складових (ступенів вільності) можливі випадкові явища. Це нелінійні коливальні механічні та електричні системи, що підпорядковані однозначним динамічним законам і роблять непередбачені динамічні рухи.

Закони механіки І. Ньютона строго інваріантні, а події назавжди визначені (детерміновані), без випадковостей. Другий (закон) принцип термодинаміки стверджує таке: в ізольованій системі всі процеси однонапрямлені у бік збільшення ентропії та хаосу, що супроводжується втратою енергії.

У природі спостерігають процеси самоорганізації речовин, спонтанного виникнення з хаосу нерівноважних, так званих дисипативних структур. Подібні процеси можуть слугувати явищами самозародження життя і біологічної еволюції. За термоядерною гіпотезою, Сонце згасне після того, як весь водень перетвориться на гелій. Згаслі зірки породять морок “теплової смерті”.

Природні об'єкти є впорядкованими, структурними ієрархіями організованих систем. Системи в організації природних явищ охоплюють елементарні частини (мегагалак-

тики-галактики-зірки-планети-метеорити-комети-Сонячні системи-Земля-материки-океани-природні комплекси-еко-системи і т.д.). Можна навести безліч систематизацій.

Найближчі до поняття хаосу – поняття катастроф – стрибкоподібні та поступові зміни зовнішніх умов. За умов катастрофізму система втрачає стійкість. З хаосом пов'язана випадковість (нестійкість), а вона, за логікою, унеможлиблює управління.

Хаос існує як у класичному макросвіті, так і на мікрорівні, утворюючи “квантовий хаос” з аналогіями в теорії чисел.

Згідно з сучасними фізичними уявленнями, неорганічна природа загалом розділена на дві системи – поле і речовини. Фізичне поле – це система конкретних матеріальних полів, які, відповідно, теж є системами.

Види матерії та її фізичні поля виражені в речовинах, які мають атомно-молекулярну структуру. Крім того, речовина має перервне (дискретну та корпускулярну будову) і неперервне (континуальне) поле.

Однією з форм існування матерії є фізичний вакуум. Фізичний вакуум – це вид матерії, який виявляється під час взаємодії елементарних частин та електромагнітних полів, наділених відповідною енергією.

Матерія є незнищеною субстанцією. Відомо, що відсутність матерії (речовини) замінює існування поля, а його відсутність – фізичний вакуум.

### **Вплив космосу на земні процеси. Сонячна активність та космічні цикли. Людина у всесвіті**

Земля – одна з планет Сонячної системи, її об'єм –  $10^{12}$  км<sup>3</sup>, маса –  $6 \times 10^{21}$  т, густина – 5,5 г/см<sup>3</sup>, полярний радіус на 21 км менший від екваторіального (6 378 км). Співвідношення суходолу до води – як 149 до 361 млн км<sup>2</sup>. Земля обертається навколо Сонця зі швидкістю 30 км/с. Навколо Землі є магнітне поле (магнітосфера), всередині якої містяться радіаційні пояси з зарядженими частинами, які оберігають її від згубних космічних впливів. Міжпланетний простір Землі

складений з твердих тіл різних розмірів: атомів, молекул, штучних супутників, запущених людиною.

Земля на різних глибинах має різну температуру, тиск і густину, понад 80 % об'єму Землі і 60 % маси становить земна кора.

Діаметр Сонця більший від земного у 109 разів; а маса – у 333 000 разів. Температура в центрі – 15 млн градусів, спричинена реакціями синтезу ядер водню і ядер гелію. Над ядром Сонця розміщена конвективна зона, за нею – атмо-сфера з шарами фотосфери, хромосфери і корони. Середня температура поверхні Сонця – 6 000 °С. Сонячна активність підвищується через кожні 10–12 років (факели і плями у фотосфері, спалахи у хромосфері та ін.). Земля отримує менше однієї мільярдної частки всієї енергії, яку випромінює Сонце. Сонце є однією з зірок середнього віку (близько 5 млрд років). На думку Е. Герцшпрунга та Г. Рассела, воно пройшло, орієнтовно, половину відпущеного йому активного існування.

На Сонці відбуваються бурхливі реакції, однак вони нерівномірні. Дослідники виявили своєрідні цикли, коли сонячна активність досягає максимуму. Такий цикл становить 11 років. У пік активності на поверхні Сонця інтенсивно зростає кількість плям і спалахів. У цьому разі на Землі виникають магнітні бурі, посилюється іонізація верхніх шарів атмосфери.

Крім 11-річного, існує 33- і 100-річні цикли. Найбільшої сили випромінювання досягає тоді, коли максимумами циклів збігаються. Активність Сонця впливає не лише на погоду (і клімат), а й на земний магнетизм і біосферу, особливо на біоту, рослинний і тваринний світ Землі, людей і навіть на наукові відкриття, у цей час збільшується кількість серцево-судинних захворювань, виникають періоди несприятливих для здоров'я людей днів.

Між явищами навколишнього середовища та життям на Землі є певні зв'язки; особливо це пов'язано з процесами, що відбуваються на Сонці, наприклад, плямами, які видно неозброєним оком (окремі плями в діаметрі сягають понад сотні тисяч кілометрів). Плями є ділянками на поверхні Сонця

з посиленими магнітними силовими лініями. Як стверджує І. Климишин (1996), магнітне поле плям сповільнює процес перенесення енергії з глибинних надр Сонця до його поверхні, де на плямах температура порівняно зі спокійною поверхнею Сонця менша на 1 000–1 500°. Багато вчених доводило прямий зв'язок між спалахами на Сонці короткохвильового та корпускулярного випромінювання і різними типами захворювань людини. Магнітне поле Землі збурює потоки рентгенівського, ультрафіолетового та радіовипромінювання.

Знання про вплив Космосу на Землю та земні процеси дедалі більше розширюються. Наприклад, концепція О. Чижевського з'ясовує існування космічних ритмів і залежність біологічного та суспільного життя на Землі від космічних дій, ефектів магнітних збурень Сонця.

З активністю Сонця пов'язана геологічна історія Землі. Геологи стверджують, що зміна конфігурації континентів відбувалася приблизно кожні 500 млн років, а зледеніння і танення льодовиків – кожні 100 тис. років.

Нагромадження речовини під час утворення Землі, за деякими даними, тривало близько 60 млн років. Утворення планет так званої зовнішньої групи тривало значно довше. Вік метеоритів, які випадають на Землю, за радіоізотопним аналізом, як і вік усєї Сонячної системи, сягає 4,7 млрд років.

Форма Землі нагадує сплющений з боку полюсів еліпсоїд (а точніше – геоїд). Земля складається з трьох якісно відмінних складових: земна кора середньою товщиною понад 50 км (під водою – 5–10 км; під рівнинами – 30–40; у горах – 60–70 км); мантія до глибини 2 900 км і центральне ядро діаметром близько 7 000 км.

За об'ємом і масою земна кора становить не більше 1%, а густина її зростає від 2,7 до 3,0 г/см<sup>3</sup>, підвищується і температура – 3 °С на кожні 100 м. Глибини літосфери складені з осадових порід різної потужності – від десяткох кілометрів у долині Гангу до майже нуля (Скандинавія, Ґренландія). До осадового чохла приурочені родовища вугілля, нафти, газу тощо. Склад літосфери такий, %: кисень – понад 47,2, кремній – 27, алюміній – близько 9, залізо – 5,5.

У гранітному шарі товщиною близько 15 км містяться основні рудні корисні копалини, а в базальтовому товщиною 15–20 км — запаси важких металів.

Океанічну кору вкривають осадові породи, які лежать на базальтовій основі. Материковий тип кори подекуди може сягати до 3,0–3,5 км, а вже глибше кора має лише океанічний тип.

За базальтовим шаром розміщена мантія Землі (верхня мантія – до 800–850 км, астеносфера – до 2 000 км) — проміжний шар з підвищеною плинністю. На межі мантії з ядром густина досягає 5,5 г/см<sup>3</sup>, а температура – 2 900 °С. Через тріщини в земній корі рідка магма астеносфери під великим тиском виливається на поверхню Землі у вигляді вулканів. Усі процеси, пов'язані з землетрусами, вулканізмом, рухами земної кори, зосереджені в мантії.

Ядро Землі є її центральною частиною, воно становить майже третину маси Землі (34 %) й умовно розділене на внутрішнє (складене залізом) і зовнішнє (складене із силікатів, що перейшли під величезним тиском у метали).

Високу температуру в надрах Землі спричиняють гравітаційні сили та інтенсивний радіоактивний розпад порід. Гравітаційні сили долають величезний внутрішній тиск (4×1 020 ккал/год). Сума цих двох сил становить частки відсотка від половини променевої енергії, що реально надходить до земної поверхні від Сонця. Енергетичні співвідношення тісно пов'язані з фізико-біологічними процесами (11-, 33–34-, 88–100-річні цикли, цикли з періодом 1850 років, льодовикові епохи – 17 зледенінь за 600 млн років). Навколо Землі сформувалася магнітосфера з двома магнітними полюсами: північний у канадському арктичному архіпелазі (75° пн. ш. і 159 сх. д.) і південний в Антарктиді (68° пд. ш. і 140° сх. д.). З магнітосферою Землі пов'язані обширні зони підвищеної радіації, так звані радіаційні пояси, і магнітні бурі.

Крім гравітаційного і магнітного полів Землі, існує електричне поле. Електричну нейтральність Землі створюють негативно заряджене тіло планети і позитивно заряджена атмосфера.

Різноманітні природні умови на Землі сформували географічну оболонку середньої потужності близько 60 км. Її можна розглядати як цілісну, динамічну саморозвивальну систему.

Усі оболонки Землі пройшли тривалу еволюцію, у ході якої змінили свій склад. Наприклад, атмосфера Землі містила в минулому вуглекислий газ і водень, подібно до атмосфер Венери і Марса. Після появи водоростей (близько 3 млрд років тому) та інших наземних рослин завдяки процесам фотосинтезу вуглекисловоднева атмосфера набула нинішнього складу (78 % азоту, 21 % кисню). З висотою кількість азоту і кисню зменшується, а водню й інших елементів збільшується, а також знижується тиск: у приземлених шарах тиск становить 100 мм рт. ст. на 1 000 м, а у верхній межі стратосфери (близько 40 км) він майже у 1 000 разів менший, ніж на рівні моря.

У межах стратосфери на висоті від 20 до 30 км міститься озоновий шар, у якому фотохімічні реакції з короткохвильовим сонячним випромінюванням утворюють трьохатомний озон ( $O_3$ ). Найважливіша властивість озонового шару — захисна (захищає біологічні форми від впливу шкідливого ультрафіолетового випромінювання). Наприкінці XX і на початку XXI ст. діяльність людини пов'язана з використанням великої кількості хлоровмісних речовин і аерозолів, що спричинило зменшення його потужностей (виникнення озонових дір). Посилення інтенсивності ультрафіолетового випромінювання призводить до захворювань людей на рак.

Верхньою (зовнішньою) частиною атмосфери є іоносфера (90 км від поверхні), у якій стрімко підвищується температура (понад 200 °C).

Космічний вплив складається з гравітаційного (пов'язаного зі зміною орбіт Землі і Сонця, іншими словами – з орбітальними циклами) і корпускулярного (досі недостатньо вивченого). Припускають, що він є причиною короткоперіодичних кліматичних ритмів різної тривалості (до тисячі років)).

З циклічними (періодичними) змінами пов'язані процеси Всесвіту. Наявність циклічних процесів дає змогу висловити думку про існування циклічних закономірностей біологічної

го простору-часу. Простір-час В. Вернадський розглядав як чинник, що визначає специфічні риси біологічної організації матерії. Життя і час – асиметричні, спрямовані з минулого в майбутнє. Час біологічно змістовний, він не подібний до фізичного або космічного безструктурно аморфного часу, час має чіткі одиниці обліку.

Людина, її організм, усе живе (навіть соціальна система) мають внутрішні ритми. На все живе впливає насамперед Сонце, тобто сонячна активність пов'язана зі зміною соціальних форм суспільного життя. В основі еволюції суспільства є певна ритмічність.

Щодо циклічності еволюції молекули ДНК несуть не тільки генетичний код, успадковуючи біологічні і фізіологічні особливості організму. Генетичним кодом передаються ті проблеми, які не подолані людиною (недоліки і проблеми батьків переходять до нащадків, і так від покоління до покоління). Людина тісно пов'язана не лише зі своїми предками і нащадками, а й з іншими людьми (суспільством), людством, біосферою і ноосферою, Всесвітом загалом. Отже, Земля і весь космос утворюють єдину систему, у якій жива речовина пов'язана з земними процесами.

Нинішні погляди релятивістської космології дають людському духу якісно новий зміст. Якщо людське життя скінченне (а тіло смертне), то його дух – інформаційний згусток – вічний. Він може набувати різних форм і навіть у разі загибелі Всесвіту він воедино пов'язаний з його безсмертям. Згідно з голографічною моделлю (для пояснення психофізичних феноменів), запропонованою американськими вченими К. Прібраном і Д. Бомом, інформація у Всесвіті організована як частотно-амплітудна структура, а не за допомогою просторово-часових параметрів. Свідомість, за цією моделлю, здатна проникнути в будь-яку частину простору і часу, отримати відповідну інформацію та інтерпретувати її. Пам'ять людини пов'язана з пам'яттю біосфери, створює єдину навколосемну "голограму". Продовжуючи цю думку, важливо звернути увагу на концепцію комунікації людини з іншими індивідами і явищами довкілля за допомогою структуризованої і диферен-



ційованої біосфери. Усі біологічні системи наділені біосенсорами (різновид електромагнітного апарату), які дають змогу постійно підтримувати зв'язок з біосферою. Отже, біосфера органічно пов'язана з людською психікою, яка за суттю сумірна з усім існуючим і утворює з нею нерозривну єдність.

З найдавніших часів людина через міфологію, релігію, науку пов'язана з Космосом. Наприклад, Піфагор уважав, що Всесвіт є розумною істотою з духовним центром (Єдиним Богом). Він стверджував, що атрибути людської свідомості – думки, слова, емоції – фіксуються назавжди у світовому просторі.

Про процеси біосфери, які тісно пов'язані з сонячною активністю, зазначав О. Чижевський. Він виявив існування біоритмів, ритмів біосфери, яким підпорядковані цикли функціонування органів людського організму, і висунув гіпотезу про універсальність явищ циклічності процесів у Всесвіті. Ідеї О. Чижевського про неперервний зв'язок Космосу, людини і біосфери використав Л. Гумільов. Згідно з гіпотезою Л. Гумільова, нові етноси з'являються внаслідок пасіонарного поштовху, ініційованого космічним випромінюванням через кожні 300–500 років. У природознавчих дисциплінах проявами космізму можна вважати віяння ідей, пов'язані з космічним минулим Землі, з еволюцією Всесвіту в науці. Процеси, які відбуваються у космосі, у спостережуваному нами Всесвіті, проходять за відмінних від земних умов. Так званий антропний принцип визначає єдність людини з усією світобудовою. Ідеї космізму, на думку К. Г. Юнга, проникли і в психологію людини, у якій існують шари “колективного безсвідомого” – код давнього досвіду всього людства. Учений доводив, що “колективне безсвідоме” є принципом, який зв'язує людину з усім людством, природою і Всесвітом. Інформаційне поле формується всією світобудовою, і кожен з нас його формує, отримуючи доступ до нього один через одного. Отже, світ можна розглядати як живу унікальну і до кінця незбагненну систему.

## Розвиток уявлень про простір і час

Простір і час – основні категорії філософії, фізики, астрономії, біології, географії. Ці наукові поняття інтерпретували за часів Піфагора, коли час уважали безмежним, а безмежний простір порівнювали з порожнечою; математичні початки світу піфагорійці пов'язували з геометричним простором, а простір загалом сприймали як окрему категорію, окрему від усього, що її наповнює. Платон розрізняв сферу ідеального (буття), сферу чуттєвих речей (виникнення) і простір, який не є ні першим, ні другим, тобто і не ідеальним, і не чуттєвим. Важлива властивість простору – тривимірність (спроба геометризації дійсності на противагу важливій проблемі сучасної геометризації фізики). Геометричні принципи виражають структуру тих чи інших явищ природи. З уявленнями про простір у Стародавній Греції нерозривно пов'язували поняття “порожнеча”, “етер”. К. Лукрецій у поемі “Про природу речей” ужив замість “порожнечі” поняття “vacuum”, а на противагу порожнечі – поняття “етер”. Обидва поняття (вакууму і етеру) відмінні.

Мислителі епохи Відродження, наприклад Л. да Вінчі, не уявляли собі руху в абсолютній порожнечі, у якій тіло, що рухається, не зазнає тертя. Існування порожнечі дало змогу Г. Галілею пояснити однакові швидкості падіння різних тіл, на підставі чого сформульовано принцип інерції і принцип відносності (“Діалог про дві головніші системи світу – птолемееву і коперникову”).

Уся небесна механіка Г. Галілея побудована на уявленнях про інерційні колові рухи. Обидва принципи ідеї порожнього простору і прямолінійного інерційного руху були поєднані в механіці І. Ньютона. Г. Галілей пов'язував силу з прискоренням (а не зі швидкістю), вивчав причини зміни стану руху тіл. Зазначимо, що Р. Декарт розвинув уявлення про прямолінійний інерційний рух, відкинувши існування порожнечі. Реальний світ (за Р. Декартом) – це матеріалізований простір. Простір і матерію, яка безконечно подільна, він ототожнював. Порожнього простору немає, він за-

повнений субстанцією. Рух у просторі й часі, протяжність і рух – фундаментальні властивості матерії. Р. Декарт увів координатну систему (передумови диференціального та інтегрального обчислення), обґрунтував індукцію і дедукцію як методи мислення.

## Простір і час у класичній механіці І. Ньютона

І. Ньютону вдалося пов'язати ідею порожнього простору та ідею інерційного прямолінійного руху (Г. Галілей, Р. Декарт) у цілісну концепцію.

Він уважав простір абсолютним, завжди “однаковим і нерухомим” та пов'язував його з порожнечою. Час і простір, на його думку, є ніби вмiстами себе і всього сущого.

Ідея порожнього простору (абсолютно порожнього) переважала над концепцією етеру Р. Декарта до початку ХІХ ст. Р. Декарт трактував етер як тонку рідину, яка повсюди і неперервно розмита (поширена). Додамо, що в понятті етер розрізняли світловий (електричний) етер. У спеціальній теорії відносності А. Айнштейна відкинуто концепції, пов'язані з етером, які створили передумови для вироблення поняття поля як реальності (наприклад, електромагнітного поля). З етером відійшли в минуле його основні властивості – концепція далекодії, концепція абсолютного часу та ін.

Час – це загальне і всеохопне явище дійсності. Усе змінюється, минає, лише вічний час, напрямлений з минулого через сучасне до майбутнього. Сформувалася навіть окрема наука – хорологія\*, яка вивчає лише час. Хорологи з'ясували фізичну основу часу. Природа часу зумовлена законом ентропії, згідно з яким відбувається процес “вирівнювання” (розсіювання) енергії, температури Всесвіту. Час

---

\* Хорологія має два протилежні значення: з одного боку, це сукупність знань про час, а з іншого, – грецьке “choros” означає простір, тому існують такі науки, як зоохорологія, фітохорологія, що вивчають ареали поширення рослин і тварин, тобто це ареалологія (В. І. Онопрієнко).

незворотний, як незворотне переміщення температури лише від теплого до холодного, поступове перетворення випадкового в хаос. Учені виявили навіть найменшу частину – квант – одну стотрильйонну частку секунди, навчилися “ловити” ці кванти секунд і виготовили годинник, значно точніший від того, що узгоджує час зі спостереженням за рухом небесних сфер. Похибка квантового годинника становить одну секунду впродовж одного мільйона років<sup>1</sup>.

Швидкість світла постійна і в порожнечі, однакова в усіх інерціальних системах відліку та не залежить від руху джерел і приймачів світла.

Питання простору–часу в Давній Греції і в доньютонівський період мали суперечливий характер. Як відомо, у геоцентричній системі К. Птолемея – універсальній моделі світу, час трактували безконечним, а простір виключав рівномірний коловий рух небесних тіл, Землю вважали нерухомою. За геліоцентричною системою світу М. Коперника, простір є єдиним та однорідним, а час – реальний емпіричний базис. Теорія М. Коперника по-новому описала модель Всесвіту, а отже, сприяла розумінню простору як безмежного і безконечного. Використавши здобутки М. Коперника, Дж. Бруно обґрунтував безмежність Всесвіту.

Дещо пізніше Й. Кеплер визначив універсальну залежність між періодами обертання планет і середніми відстанями їх від Сонця. Його вчення послугувало поштовхом для поглибленого вивчення простору.

Докорінні зміни розуміння простору пов'язані з загальним принципом класичної механіки Г. Галілея (принцип відносності Галілея). Принцип узгоджує положення про те, що всі фізичні явища відбуваються однаково в усіх системах, які перебувають у стані спокою або рухаються рівномірно і прямолінійно, зі сталою за значенням і напрямом швидкістю (інерціальні системи).

Теорію тяжіння – закон всесвітнього тяжіння – І. Ньютон поширив на весь Всесвіт, стверджуючи, що він є без-

---

<sup>1</sup> Квант часу дорівнює 0,000 000 000 000 01 с.

межним. Ньютонівська гравітаційна модель утверджувала уявлення про безмежність простору. Він увів два типи понять простору і часу: абсолютні (істинні, математичні) і відносні (уявні, звичні).

Абсолютний простір до всього зовнішнього є завжди однаковим та нерухомим. Відносний простір – це міра визначення нашими почуттями відношення деяких тіл. На противагу ньютонівським уявленням про простір і час, Г. В. Лейбніц розвинув реляційну концепцію простору і часу, у якій уважав їх не абсолютними величинами: простір – порядком співіснування, а час – порядком послідовностей.

У фізиці ХІХ ст. з'явилося “поле”. Поле в просторі між зарядами і частинами було суттєвим для опису фізичних властивостей простору і часу. З проблеми поля (за А. Айнштейном) виникла теорія відносності.

Від ХVІІ–ХVІІІ до ХХ ст. механіка була панівною в природознавстві. Вихідними категоріями світу І. Ньютон прийняв абсолютний простір і час, інертність тіл, їхню взаємодію. Абсолютний простір є завжди однаковим і нерухомим. Абсолютний час минає рівномірно (математичний час, що визначений тривалістю).

Основи класичної механіки почалися з експериментів Г. Галілея, який довів, що вага предмета, який падає, не впливає на його рух і що всі тіла рухаються зі сталим прискоренням, тобто за одні й ті ж проміжки часу їхня швидкість збільшується однаково.

Мірою кількості речовини є маса. Маса тіла незмінна повсюди, тоді як вага змінюється, як і сила (на відміну від сили тяжіння, прикладеної до тіла).

### **Астрономія з погляду організації матерії**

Природничо-наукову картину світу безпосередньо визначають астрономія, космологія, космогонія та фізика. Астрономія визначає закони руху небесних світил, космологія – фізичне вчення про Всесвіт загалом, що охоплює теорію всього досяжного для астрономічних спостережень Світу як частини:

Всесвіту. Космогонія зосереджена не на Всесвіті як цілому, а на походженні й розвитку космічних тіл та їхніх систем.

Фізика закладає необхідний теоретичний фундамент під усю світобудову. Ширше розуміння Космосу відповідає поняттю Світ або Всесвіт. Всесвіт – це вся матерія загалом у можливому структурному просторово-часовому багатоманітні всіх матеріальних світів.

Простір–час макросвіту (Всесвіту) повинен мати не лише однаковою симетрію (у розумінні скінченності чи безконечності), а й принципові метричні і топологічні відмінності. Вивченню простору передують кількісні та якісні параметри. Якісні характеристики простору вивчає топологія (якісна геометрія).

Метрика простору визначена його внутрішньою геометрією, тоді як форма поверхні відіграє другорядну роль. Топологія визначає особливості простору (число, виміри, неперервність, орієнтованість, зв'язність).

Наприклад, евклідовий тривимірний простір, простягання простору в будь-якому напрямі (безмежність) відображає топологічні властивості, а метричний характер доводить, що в будь-якому напрямі можна рухатись безконечно. Принципова єдність усього Всесвіту (зміна фізичних властивостей матеріального об'єкта) пов'язана з інваріантністю – сталістю властивостей фізичних об'єктів незалежно від системи відліку і часу. Симетрія – це інваріантність у незмінності властивостей системи в разі зміни її параметрів. Наслідками симетрії є інваріантність зміщень у просторі та часі; звідси впливає симетрія простору і часу – так звані односторонність та ізотропність (властивості в усіх напрямках однакові) простору і часу.

Однорідність простору полягає в тому, що в деякій замкнутій системі її фізичні властивості і закони руху не змінюються, тобто не залежать від вибору положення початку координат інерціальної системи відліку. Однорідність часу – це інваріантність фізичних законів щодо вибору початку відліку часу. Ізотропність простору зумовлена інваріантністю фізичних законів відносно вибору напрямів осей координат системи відліку.

У загальному розумінні симетричне означає узгоджене співвідношення. Симетрію розглядають і як спосіб узгодження багатьох частин, які об'єднують у ціле. З однорідністю часу пов'язаний закон збереження енергії; з однорідністю простору – збереження імпульсу, з ізотропією – збереження моменту імпульсу.

Наявність асиметрії визначає другий закон термодинаміки. Тобто кількість енергії в замкнених системах зберігається, однак її розподіл змінюється незворотно. Асиметрія – категорія, яка означає існування і становлення в певних умовах і відношеннях відмінностей і протилежностей у середині єдностей, тотожності, цілісності явищ світу. Обидві категорії – симетрія й асиметрія – доповнюють одна одну. Принцип інваріантності стверджує: зміщення в часі та просторі не впливає на перебіг фізичних процесів.

### Питання для контролю і самоконтролю

---

1. У чому особливості сучасних космологічних уявлень?
2. Які спостереження підтверджують теорію Великого вибуху?
3. Які проблеми виникають у разі екстраполяцій в концепції розширення Всесвіту?
4. Як розвиваються процеси еволюції розвитку зірок, галактик, Всесвіту?
5. Які є гіпотези про походження Сонячної системи (і Землі)?
6. Які властивості чорної діри?
7. Чим червоні гіганти відрізняються від звичайних зірок?
8. Як Всесвіт міг утворитися з нічого?
9. Схарактеризуйте сутність антропного принципу, його світоглядне і методологічне значення.

### Список літератури

---

#### Основна

1. Астрономічний енциклопедичний словник / за заг. ред. І. А. Клімишина та А. О. Корсунь. – Львів, 2003.
2. Історія астрономії. – Івано-Франківськ : ІФТКДІ, 2000.
3. Клімишин І. А. Астрономія : практикум / І. А. Клімишин. – Львів : Світ, 1996.

4. Семків Ю. М. Сучасний погляд на фундаментальні проблеми астрономії / Ю. М. Семків, Г. А. Мельник. – Тернопіль, 2006.
5. Вернадский В. И. Научная мысль как планетное явление / В. И. Вернадский. – М. : Наука, 1991.
6. Еремеева А. И. История астрономии : основные этапы развития астрон. картины мира : [учеб. для ун-тов по спец. “Астрономия”] / А. И. Еремеева, Ф. А. Цицин. – М. : Изд-во МГУ, 1989.

#### Додаткова

1. Андрієвський С. М. Курс загальної астрономії : навч. посібник / С. М. Андрієвський. – Одеса : Астропринт, 2007.
2. Климишин І. А. Небо нашої планети / І. А. Климишин. – Львів : Вища школа, 1979.
3. Климишин І. А. Релятивістська астрономія / І. А. Климишин. – К. : Наукова думка, 1980.
4. Семків Ю. М. Еволюція моделей структури Всесвіту / Ю. М. Семків. – 2-ге вид., допов. – Тернопіль, 2007.
5. Хокинг С. От большого взрыва до черных дыр: крат. история времени / С. Хокинг ; пер. с англ. Н. Я. Смородиной. – М. : Мир, 1990.



## СУЧАСНА ФІЗИКА ПРО МІКРО-, МАКРО- І МЕГАСВІТИ

Усе різноманіття відомих людству об'єктів і властивих їм явищ зазвичай розділяють на три якісно різні категорії: мікро-, макро- і мегасвіти.

Важливими характеристиками мікросвіту є фундаментальні константи довжини і часу, які отримали назву “планківська довжина” і “планківський час”. Ці величини більш ніж у мільярд мільярдів разів менші від розмірів атомних ядер, які самі на п'ять порядків дрібніші від атомів.

Специфіка мікросвіту найяскравіше відображена в розділах фізики, заснованих на квантовій механіці, зокрема релятивістській, що враховує одночасно і квантовість, і відносність (релятивність) процесів у мікросвіті, їхні структурні, просторово-часові й енергетичні характеристики.

Поряд з поглибленням пізнання мікросвіту (пізнанням світу “в глибину”) для науки ХХ ст. дуже характерний стрімкий рух пізнання світу “в ширину”. У цій ділянці наука доповнює пізнання звичного людям земного макросвіту, що має помірні швидкості й енергії взаємодії, пізнанням мегасвіту – гігантських порівняно з земними масштабами зоряних скупчень і надскупчень. Це світ галактик.

### Мікросвіт: концепції сучасної фізики

Дослідження теплового випромінювання привели до квантової теорії. Теплове випромінювання є найліпшим об'єктом дослідження, оскільки нагріті тіла випромінюють електромагнітні хвилі. М. Планк, розглядаючи проблеми “ультрафіолетової катастрофи”, виходив з того, що речовина є сукупністю деяких “осциляторів”, за допомогою яких відбувається обмін енергією між речовиною і випромінюванням. За М. Планком, кожен коливальний осцилятор випромінює

енергію не безперервно. М. Планк уважав, що світло випромінюється дискретно – квантами, а сумарне випромінювання безперервне (відповідало теорії Д. К. Максвелла). Ідею М. Планка про кванти розвинув А. Айнштайн, який пояснив нею явище фотоелектричного ефекту. Кванти електромагнітного випромінювання А. Айнштайн назвав фотонами; квантовий характер, на його думку, має й саме поширення випромінювання в просторі (світло складається із “зерен енергії” – квантів). Закон теплового випромінювання М. Планка передбачає, що кванти є певною фізичною реальністю, а квантова теорія пояснює явище флуоресценції, особливості випромінювання рентгенівських променів тощо. Ефект А. Комптона довів, що в разі розсіювання рентгенівських променів простежується зміщення частини розсіяного випромінювання в довгохвильову ділянку спектра – “червоне зміщення”. Фотон, за теорією А. Комптона, має реальну фізичну сутність. У фотоелектричному ефекті основне значення має енергія фотона, в ефекті А. Комптона – його імпульс.

На початку ХХ ст. були відомі лише дві елементарні частки – електрон і протон, і лише дві їхні основні характеристики – електричний заряд і маса.

Відповідно до цих уявлень про склад речовини Е. Резерфорд 1911 р. запропонував модель атома у вигляді важкого позитивно зарядженого ядра, навколо якого обертаються негативно заряджені електрони. У цьому разі ядра атомів складаються з протонів і нейтронів.

Атомна маса найлегшого з елементів – водню – дорівнює одиниці, а електричний заряд його ядра –  $+1$ . Ядро атома водню складається з одного протона, навколо якого обертається один електрон. Згідно з моделлю Е. Резерфорда, важчі атоми мають ядра, які складаються з декількох протонів і нейтронів, а біля ядер обертається група електронів.

У 1900 р. М. Планк увів у науку поняття про дискретність енергії, згідно з яким будь-яка система під час будь-яких процесів може поглинати і віддавати енергію не безперервно, а лише окремими порціями – квантами.

Н. Бор 1913 р. розробив нову модель атома. Він стверджував, що момент обертання електронів навколо ядра не довільний, а обов'язково дорівнює цілому кратному деякої величини  $h$ , тобто  $1h$ ,  $2h$  або  $nh$  (стала Планка  $6,62 \times 10^{-27}$  ерг. с. є дуже малим значенням, яким часто можна нехтувати). З цього положення випливає, що електрони можуть обертатися навколо ядра лише по визначених – стаціонарних орбітах. Завдяки цій моделі вдалося пояснити деякі важливі закономірності мікросвіту, частково визначити довжини хвиль, що їх випромінюють атоми.

Успіх моделі атома Н. Бора був великим, але неповним. Наприклад, подальше дослідження нейтронів засвідчило, що ці частки нестійкі. Через деякий час нейтрон самовільно перетворюється в протон, електрон і антинейтрон. Маса спокою нейтрона більша від маси спокою протона й електрона разом узятих, тому ця ядерна реакція відбувається з виділенням енергії, яку й виносять породжені частки.

У 1936 р. К. Андерсон і С. Неддермайер відкрили частку, яка була важча від електрона, проте легша від протона. Щоб пояснити її властивості, потрібно було виміряти масу і заряд. Для цього камеру Ч. Вільсона помістили в сильне магнітне поле. У цьому разі траєкторія частки викривлюється, а розмір цього викривлення виявляється пропорційним до сили магнітного поля й обернено пропорційним до кількості руху самої частки.

Отже, було виявлено, що нова частка відрізняється від електрона і протона й має масу близько 200 електронних мас  $m_e$  та одиничний електричний заряд. Цю частку назвали  $\mu$ -мезоном. Згодом під час роботи з фотографічними емульсіями вчені виявили на них сліди нової частки. Ця частка, проходячи деякий шлях на одній з таких фотографій, в емульсії розпадається, породжуючи іншу частку, а та, проходячи деяку відстань в емульсії, відповідно, розпадається і породжує ще одну частку.

Вивчення густини слідів довело, що слід ліворуч гущийший, а слід праворуч – менш густий. Виявилось, що середня поздовжня ділянка відповідає частці, маса якої набагато

більша від  $200 m_e$ . Тонкий слід праворуч відповідає електрону, а товстіший праворуч – частинці з масою близько  $270 m_e$ . Цю частку назвали  $\pi$ -мезоном.

Надалі було знайдено  $\pi$ -мезони трьох типів:  $\pi^-$ ,  $\pi^+$  і  $\pi^0$ -мезони, тобто позитивні, негативні й нейтральні. За фотографіями слідів з великою точністю визначено їхню масу, яка у  $\pi^+$  і  $\pi^-$ -мезоні дорівнює  $273 m_e$ , а в  $\pi^0$ -мезоні –  $264 m_e$ . Середній час життя  $\pi^+$  і  $\pi^-$ -мезонів –  $2,55 \times 10^{-8}$  с, а  $\pi^0$ -мезона –  $1,80 \times 10^{-16}$  с.

Такий метод використовують для визначення маси дуже короткоживучих часток, оскільки їхній слід у камері дуже короткий.

Усі структурні рівні (фізичного) матеріального світу складаються з атомів (найдрібніших частин), які майже дві з половиною тисячі років уважали найдрібнішими частинками будь-якої речовини. Творцями концепції атомізму є Левкіп і Демокріт. Про складну структуру атомів писали А. Беккерель, П. Кюрі, М. Склодовська-Кюрі, коли їм вдалося виявити явище радіоактивності. Дж. Томсоном відкрито електрон – найменшу частинку, наділену електричним зарядом.

Атом почали розглядати як складну систему. Елементами атомної системи стали протони (з позитивним електричним зарядом) і нейтрони (не наділені зарядом). Сумарно їх називають нуклонами. Атомна система може мати позитивний або негативний електричний заряд, утворюючи позитивні чи негативні йони. Атомна система є основною формою існування хімічних елементів. Виявилось, що речовина і поле всіх елементарних частин мікросвіту мають подвійну природу (корпускулярно-хвильовий дуалізм Н. Бора).

Властивості мікросвіту вивчає квантова механіка, у якій можна виділити три основні постулати: 1) всі об'єкти і явища мікросвіту мають подвійну природу речовини – поля (тобто корпускулярно-хвильовий дуалізм); 2) процеси мікросвіту і всі параметри об'єктів є дискретними, порційними; 3) поведінка елементарних частин завжди ймовірнісна.

## Від мікро- до макро-мегасвіту

Мікросвіт – світ надзвичайно малих об'єктів, які безпосередньо не спостерігають, їхня просторова розмірність –  $10^{-8}$ – $10^{16}$  см, а час життя –  $10^{24}$  с. Це світ елементарних частин, з яких побудовані будь-які речовини. Мікрочастини несуть величезну інформацію про будову Всесвіту і мегасвіту. З мікросвітом пов'язані мінімальні проміжки часу. Наприклад, коливання молекул відбувається за період порядку  $10^{12}$  с.

Лінійні розміри макротіл є в діапазоні  $10^8$ – $10^7$  м і мають масу  $10^{10}$ – $10^{20}$  кг.

Макросвіт охоплює людину і її довкілля, живі організми, речовини в різних агрегатних станах.

Мегасвіт – це планети, зірки, галактики, нагромадження галактик (увесь Всесвіт). У межах Всесвіту мірою віддаленості вважають велетенський шлях, який світло долає за один рік.

Межі між структурними рівнями організації матерії є умовними, а тому вкрай важко зачислити той чи інший об'єкт до одного з трьох умовних рівнів (шкали розмірів, мас, об'ємів тощо).

Специфіка мікросвіту найповніше виражена у квантовій механіці, зокрема релятивістській. Найбільшим науковим об'єктом є згромадження галактик. За масштабами мікро-, макро- і мегасвіти умовно розділені так: мікросвіт виділений як об'єкт квантової механіки; макросвіт – об'єкт класичної механіки, а мегасвіт – об'єкт релятивістської механіки.

Макросвіт – світ об'єктів, розмірність яких співвідноситься з масштабами людського досвіду: просторові величини виражені в міліметрах, кілометрах, а тривалість процесів – у секундах і роках.

Атоми є найменш якісним рівнем будови та еволюції речовин; вищий рівень займають молекули. В сучасній хімії розрізняють щонайменше три якісно різні рівні матерії: атомний (наприклад, різні ізотопи, атоми в різних станах, електрично нейтральні атоми та ін.), молекулярний (наприклад, молекули як електрично нейтральні й валентно насичені дискретні

частинки) і надмолекулярний (колоїдні утворення – міцели, молекулярні комплекси та ін.). На всіх рівнях відбувається ускладнення хімічних частинок. Якісна дія хімічної форми руху матерії виражена в білково-нуклеїновій (біологічній) системі.

Сам процес розвитку (від фізики і хімії до геології і біології) відбувається від фізичної взаємодії процесів у світі елементарних частин і атомних ядер, коли фізичні й хімічні процеси нероздільно пов'язані (хоча їхня єдність, швидше, зовнішня) до хімічного руху атомів і молекул, від фізичних атомно-молекулярних процесів до біологічних і геологічних процесів, у яких усі форми руху матерії пов'язані внутрішньо, є взаємопроникними.

Класичне і постнеокласичне (сучасне) природознавство умовно розділене на зламі XIX–XX ст. Усе класичне природознавство ґрунтується на класичній механіці в межах механічних уявлень. І тому з часів І. Ньютона впродовж двох сторіч механічні уявлення були базовими до розуміння більшості проблем природознавства і світогляду загалом.

Перший із фундаментальних фізичних теорій за В. Польшаковим та М. Богданом (2004) передувала механіка як найважливіша наукова дисципліна класичного періоду. Вона визначає прості форми руху матерії і взаємодії між ними, системи законів і стійких залежностей на підставі логічних правил мислення. В основі наукових передбачень є експеримент. У механіці Г. Галілея та І. Ньютона швидкість руху тіл одне відносно одного додають алгебрично, що забезпечує спеціальну і загальну теорію відносності, стверджуючи, що швидкість є різною в різних матеріальних світах і залежить від точки відліку спостерігача. Одні й ті ж явища, процеси мають не тільки різну тривалість, а й різну вимірність. У механіці Г. Галілея та І. Ньютона відносною була лише швидкість, а в спеціальній теорії відносності відносними є також лінійні розміри об'єктів, тривалість і одночасовість процесів.

І. Ньютон, узагальнивши розрізнені результати своїх попередників у струнку теоретичну систему, став основоположником класичної теоретичної фізики. Він сформулював її

цілі, розробив методи й програму розвитку. Його метод – це експериментальне визначення точних кількісних закономірних зв'язків між явищами й виведення з них загальних законів природи методом індукції.

Особливо важливі закони, відкриті І. Ньютоном, – закони динаміки, закон всесвітнього тяжіння, створення нових математичних методів диференціального й інтегрального числення (стали основою вищої математики), відкриття спектрального складу білого світла, винахід телескопа-рефлектора.

Ньютонівська механіка об'єднує закони, формулювання яких потребувало означення понять, які дали б змогу математично описувати механічні процеси в природі (маса, сила, кількість руху). Фактично ньютонівська механіка є першою фізичною теорією. Перший закон І. Ньютона стверджує, що будь-яке тіло перебуває в стані спокою або рівномірного і прямолінійного руху доти, доки вплив з боку інших тіл не змусить його змінити цей стан. Збереження тілом спокою чи рівномірного прямолінійного руху називають інертністю (інерцією). Іншими словами, перший закон І. Ньютона називають законом інерції.

Другий закон кількісно виражає динаміку і потребує введення прискорення  $a$ , маси тіла  $m$  і сили  $F$ . Маса тіла визначає інерційні (інертна маса), та гравітаційні (важка, чи гравітаційна, маса) властивості. Сила виражає механічний вплив одного тіла з боку іншого, унаслідок чого з'являється прискорення, змінюється його форма або розміри. Другий закон І. Ньютона доводить: швидкість зміни імпульсу тіла дорівнює силі, що діє на тіло (або прискорення, отримане матеріальною точкою (тілом), пропорційне до сили, що його викликає. й обернено пропорційне до маси матеріальної точки (тіла)):  $a=F/m$ . Другий закон І. Ньютона діє лише в інерціальних системах відліку (Храмов Ю. А., 2006).

В інерціальних системах відліку тіло зберігає свій стан доти, доки на нього не діють зовнішні сили. У неінерціальних системах відліку тіла набувають прискорення не від ді

на них інших тіл, а безпосередньо від самої системи відліку. Саме тому ми відчуваємо на собі дію прискорення, перебуваючи в автомобілі, який повертає. Тут автомобіль є базисом неінерціальної системи відліку, у якій ми перебуваємо. Точно так діє відома сила Коріоліса, тільки тут як систему відліку беремо тіло, яке обертається, тобто в цьому випадку Землю і т. д. За принципом еквівалентності в теорії гравітації, ніякі локальні експерименти не покажуть різниці між вільним падінням у гравітаційному полі та відповідним за характеристиками прискореним рухом.

Перейти від динаміки окремої матеріальної точки до динаміки системи матеріальних точок, яким властива парна взаємодія, можна, спираючись на третій закон І. Ньютона, який доводить, що сили, з якими тіла діють одні на одних, однакові за значенням і протилежні за напрямом:

$$F_{12} = -F_{21},$$

де  $F_{12}$  – сила, що діє на першу матеріальну точку з боку другої;  $F_{21}$  – сила, що діє на другу матеріальну точку з боку першої.

Ці сили, хоч і прикладені до різних матеріальних точок (тіл), завжди діють парами і є силами однієї природи.

Гравітаційна ньютонівська механіка із законом всесвітнього тяжіння стверджує, що матеріальні точки притягаються одна до одної з силою  $F$ , пропорційною до їхніх мас  $m_1$  та  $m_2$  й обернено пропорційною до квадрата відстані  $r$  між ними:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2},$$

де  $G$  – ньютонівська універсальна стала, яка дорівнює  $6,67 \times 10^{-11} \text{ Нм}^2/\text{кг}^2$ ,  $m_1, m_2$  – маси матеріальних точок, що взаємодіють;  $r$  – відстань між ними.

Взаємодія між матеріальними тілами відбувається лише під дією гравітаційного поля (поля сили тяжіння).

Водночас Г. Галілей відкрив принцип інерції, відповідно до якого, якщо на предмет ніщо не діє і він рухається з певною швидкістю по прямій лінії, то рух відбуватиметься з тією ж швидкістю по цій же прямій лінії вічно.



І. Ньютон розмірковував над питанням: для того, щоб хоч якось змінити швидкість планети, потрібна сила; планета рухається не по прямій, а її рух постійно відхиляється в бік Сонця. Щоб так викривити траєкторію, потрібна сила, яка розміщена десь біля Сонця. І. Ньютону вдалося довести, що другий закон Кеплера – закон рівності площ – безпосередньо впливає з тієї простої ідеї, що всі зміни у швидкості спрямовані до Сонця, навіть у випадку еліптичної орбіти. Цей закон посилив переконаність І. Ньютона в тому, що сила, яка діє на планети, спрямована до Сонця, і що, знаючи, як період обертання різних планет залежить від відстані до Сонця, можна визначити, як слабшає сила з відстанню. Він довів, що сила обернено пропорційна до квадрата відстані.

Основою ньютонівської теорії тяжіння є вага, яку мають усі тіла, що перебувають на Землі. З рівності прискорення для всіх тіл, що падають, доведеної численними експериментами, І. Ньютон визначив, що ваги тіл, рівновіддалених від центра Землі, співвідносяться як кількості матерії чи маси тіл. За умови однакової віддаленості від центра Землі сили, з якими тіла притягають до себе Землю, відповідно, пропорційні до мас. Звідси випливає, що сила тяжіння, властива конкретному тілу, складається із сил тяжіння його частин. Тому всі земні тіла притягаються одне до одного із силою, пропорційною до кількості матерії, тобто до маси кожного тіла.

Отже, І. Ньютон визначив властивості земної ваги. Він мав на меті визначити тяжіння в небесному просторі. З цих міркувань випливає, що причиною доцентрового прискорення планети є те, як ця сила притягає планету до Сонця: вона дорівнює прискоренню, помноженому на масу. З іншого боку, вага, що надає тілам рівномірного прискорення, спрямована до центра Землі й пропорційна до маси. І. Ньютон припустив, що йдеться не про аналогію, а про тотожність, тобто ототожнив рух небесних тіл з падінням вантажів на Землі. Цей факт дав змогу І. Ньютону завершити об'єднання астрономії і земної механіки. Цю геніальну ідею й досі важко оцінити, оскільки закон всесвітнього тяжіння є фундаментальним законом усього природознавства.

Теорія гравітації І. Ньютона стверджувала, що об'єкти насправді мають абсолютні швидкості, тобто що деякі тіла справді перебувають у абсолютному спокої, тоді як інші справді рухаються. Однак ці абсолютні стани не можна безпосередньо виміряти. Усі вимірювання давали лише швидкість одного тіла відносно іншого. І закони механіки здавались правильними для всіх тіл незалежно від їхнього руху. І. Ньютон вірив, що ця теорія не має сенсу без розуміння того, що ці абсолютні величини насправді є, хоча ми не можемо їх виміряти. Проте фактично ньютоніва механіка може працювати і без цього припущення, і це не треба плутати з пізнішим постулатом А. Айнштейна про інваріантність швидкості світла.

Твердження Д. Максвелла відображає система рівнянь електромагнітного поля (у ньому світло поводити себе як електромагнітна хвиля). Швидкість світла, яку б вимірювали з поверхні Землі, мала бути більшою, якби планета рухалась уздовж руху етеру, та меншою, якби вона рухалась у протилежному напрямі (зрозуміло, що тут треба було б врахувати й обертання Землі навколо своєї осі). Подальші дослідження довели, що швидкість світла була сталою в усіх напрямках. У 1905 р. А. Айнштейн у статті "До електродинаміки тіл, що рухаються" пояснив ці результати на підставі постулатів спеціальної теорії відносності.

Закони класичної механіки діють для тіл, що рухаються зі швидкістю, яка менша від швидкості світла. Для тіл, швидкість яких прирівняна до швидкості світла, А. Айнштейн створив релятивістську механіку, для якої характерні два основні принципи: принцип відносності, що передбачає однаковість усіх законів природи в усіх інерціальних системах відліку, і принцип сталості швидкості світла (швидкість світла у вакуумі однакова в усіх інерціальних системах відліку і не залежить від руху джерел і приймачів світла). Основою теорії відносності є релятивістська механіка, за якою маса не є сталою і залежить від швидкості руху тіла. Отже, зі збільшенням швидкості тіла його маса зростає

і жодне тіло не може рухатись зі швидкістю, що дорівнює або більша від швидкості світла.

Якщо в механіці Галілея–Ньютона відносною була тільки швидкість, то в СТВ відносними були також лінійні розміри об'єктів, тривалість і одночасність процесів. Крім того, у класичній механіці простір і час були незалежні один від одного, а в СТВ вони перетворилися в єдиний простір–час. Причому інтервал між двома подіями в цьому чотиривимірному просторі–часі незмінний у разі переходу від однієї інерціальної системи до іншої (Матвеев О. М., 1993).

В основі спеціальної теорії відносності виділяють два постулати: перший постулат стверджує, що будь-яка фізична теорія має бути незмінною математично для будь-якого інерціального спостерігача і що ніяка з властивостей Всесвіту не може змінитись, якщо спостерігач змінить стан руху. Закони фізики є однаковими для всіх інерціальних систем відліку. А. Айнштейн стверджував, що “для всіх координатних систем, для яких справджуються рівняння механіки, справджуються одні й ті ж електродинамічні й оптичні закони”.

Спеціальна теорія відносності – це релятивістська теорія. Релятивістські ефекти виявляються за швидкостей руху тіл, наближених до швидкостей світла (релятивістські швидкості). З релятивістського принципу відносності випливає, що спостерігач не може виявити, у якому стані він перебуває – у стані спокою чи в стані рівномірного прямолінійного руху. Принцип відносності Г. Галілея стосувався лише механічних рухів, за А. Айнштейном, спостерігач не може виявити свій рух навіть за допомогою електромагнітних чи оптичних дослідів.

Другий постулат А. Айнштейна стверджує сталість швидкості світла. Результат вимірювання швидкості світла у вакуумі не залежить від того, як рухаються одне відносно одного джерело світла і спостерігач. Класична механіка пояснювала швидкість світла залежно від швидкості відносного руху джерела і спостерігача. За другим постулатом А. Айнштейна швидкість світла є пороговою величиною. Крім того, як наслідок двох зазначених вище постулатів, плин часу, маса і

довжина тіл є залежними від відносної швидкості руху систем відліку, від руху спостерігача. Класичні уявлення: рух не впливає на тривалість часу, швидкості підсумовують геометрично, маса і довжина тіл не залежать від їхньої швидкості. Другий постулат А. Айнштейна про сталість швидкості світла і його меж формує релятивістський закон додавання швидкостей.

Час у позакосмічному просторі, у космічному кораблі, що мчить з величезною швидкістю, минає повільніше.

Квантова теорія загострила проблему природи світла. Фізики визнали корпускулярні та хвильові властивості світла. Сучасне пояснення корпускулярно-хвильового дуалізму зводиться до того, що для аналізу мікрочастин потрібні і корпускулярні, і хвильові властивості. Співвідношення невизначеності корпускулярних і хвильових властивостей не виникають перед дослідником одночасно, а тому відповідні моделі частинок не є суперечними. До того ж, як стверджують фізики, квантовий об'єкт – це не частина і не хвиля (і не перше й друге одночасно), а щось інше. Необхідні властивості цього третього складника – і хвильові і корпускулярні. З огляду на певні умови дослідники виявляють ті чи інші властивості й для вираження тих чи інших ознак використовують взаємовиключні класичні поняття. При цьому важливу роль відіграють умови експерименту – реєстраційний прилад безпосередньо впливає на формування квантового стану об'єкта, проявів різних його характеристик.

Спеціальна теорія відносності, як зазначено, виникла на початку ХХ ст. (1905–1908). Відомо, що швидкості руху тіл у механіці Галілея–Ньютона підсумовують. Проте швидкість поширення світлового сигналу не залежить від швидкості джерела світла і ця незв'язність суперечить принципу відносності Г. Галілея. Однак принцип відносності був у загальнішому вигляді. За Г. Галілеєм, у разі проходження від однієї інерційної системи  $S_1$  до іншої  $S_0$ , час практично не змінюється:  $t_1 = t_2$ , а просторова координата змінюється за рівнянням  $X_2 = X_1 - vt$ . Просторові й часові координати в СТВ залежать один від одних. У механіці Галілея–

Ньютона швидкість є відносною, а в СТВ – процеси тривалі й однонапрямлені. Простір і час, на відміну від класичної механіки, перетворились у єдиний простір-час, а інтервал у ньому між двома подіями у разі переходу з однієї інерціальної системи в іншу є незмінним. Отже, у СТВ механічний принцип відносності Галілея, застосований до поширення електромагнітних хвиль, переходить у загальнофізичний.

СТВ зосереджується на дослідженні поведінки об'єктів та спостерігачів (інерційних систем відліку), які перебувають у спокої або рухаються зі сталою швидкістю (спостерігач перебуває в інерційній системі відліку). Зміни геометричних розмірів та швидкості плину часу в системах різних спостерігачів можна порівняти за допомогою перетворень Г. Лоренца (Іванків Л. І., Палюх Б. М., 1995).

Поширена помилка полягає в тому, що СТВ не може коректно передбачити поведінку тіл, які рухаються з прискоренням (тобто для неінерційних систем відліку). Насправді СТВ може передбачати поведінку таких об'єктів за умов нульового або постійного гравітаційного поля, а також у системах відліку, які обертаються. У загальному ж випадку потрібно застосовувати загальну теорію відносності.

Загальна теорія відносності створена через десять років після СТВ. По суті, це нова теорія тяжіння, більш загальна і глибока порівняно з ньютонівською. У ЗТВ передбачено, що метричні властивості визначені розподілом і взаємодією мас, а сили тяжіння залежать від властивостей простору. Загальна теорія відносності є поглибленою і загальною порівняно з ньютонівською. У ній метричні властивості визначені взаємодією і розподілом мас тяжіння; сили тяжіння залежать від простору (його властивостей). Теорія розглядає проблеми скінченності–безконечності, руху часу і простору.

У 1916 р. теорію І. Ньютона замінила загальна теорія відносності, розроблена А. Айнштайном. У цій теорії гравітаційна взаємодія пов'язана з викривленням простору-часу поблизу масивних тіл. Різниця між теоріями І. Ньютона та А. Айнштейна виявляється лише тоді, коли тіла рухаються зі швидкістю, близькою до швидкості світла, або гравітаційні

поля є дуже сильними (наприклад, поблизу нейтронних зірок та чорних дір). Для більшості практичних потреб, коли розглядають слабкі гравітаційні поля і невеликі швидкості, ньютонівське формулювання є достатньо точним.

Гравітація відіграє вирішальну роль в описі руху космічних об'єктів та в еволюції Всесвіту.

Концептуальне ядро ЗТВ, з якого випливає більшість її висновків, — це принцип еквівалентності, який стверджує, що гравітація та прискорення — це еквівалентні фізичні явища, тобто, іншими словами, не існує такого фізичного експерименту, який би міг локально відрізнити дію на спостерігача однорідного гравітаційного поля від рівноприскореного руху системи відліку, у якій перебуває спостерігач.

Цей принцип пояснює, чому експериментальні вимірювання гравітаційної та інерційної мас доводять їхню еквівалентність. З нього випливає, що в деяких системах відліку повинні діяти закони неевклідової геометрії, тобто що простір-час є викривленим (це спричинене існуванням матерії та енергії), і гравітацію можна розглядати як чистий вияв цієї геометрії. Таке твердження стало основою багатьох відкриттів, таких як гравітаційний червоний зсув, викривлення променів світла біля великих гравітаційних мас (таких як зірки), чорні діри, уповільнення часу в гравітаційному полі тощо. Однак зазначимо, що з принципу еквівалентності не випливає єдиного розв'язку рівнянь викривленого простору-часу, що призвело до появи так званої космологічної константи, яка фігурує в низці таких розв'язків.

Модифікації закону всесвітнього тяжіння І. Ньютона привели до першого успіху нової теорії: коректного передбачення ефекту прецесії (коливання) перигелію орбіти Меркурія. Багато інших передбачень теорії надалі підтверджені астрономічними спостереженнями. Поки що немає таких експериментальних даних, які б спонукали до перегляду ЗТВ. Однак з теоретичні підстави вважати, що ЗТВ — незакінчена теорія, оскільки вона не узгоджена з квантовою механікою. Тому об'єднання цих двох теорій — одна з фундаментальних проблем сучасної теоретичної фізики.

В основі ЗТВ є фундаментальна ідея, пов'язана з можливістю вкласти фізичний зміст швидкостей або прискорень без визначення системи відліку; система відліку повинна бути визначена вибором певного матеріального об'єкта як її "базису". Спеціальна теорія відносності стверджує, що система відліку може бути розширена нескінченно на всі напрями в просторі та часі, оскільки вона асоціюється з інерційними (без прискорення) системами відліку. За ЗТВ, система відліку може бути лише локальною, правильною лише для обмеженої області простору та проміжку часу (так само, як ми можемо намалювати плоску мапу географічного регіону, однак не можемо поширити її на всю планету – виникнуть похибки від викривленої поверхні Землі). У ЗТВ закони І. Ньютона справджуються лише в локальних системах відліку. Наприклад, вільні частинки в локальних інерціальних (Лоренцових) системах рухаються по прямих лініях. Проте ці лінії є прямими лише в межах системи відліку. Насправді вони не є прямими, а лініями, що відомі як геодезичні. Отже, перший закон І. Ньютона замінено "геодезичним" законом руху (Кузнецов Б. Г., 1966).

Математично А. Айнштейн змодельював простір-час за допомогою чотиривимірного псевдоріманового різноманіття. Викривленість цього різноманіття в довільній точці безпосередньо пов'язана з тензором енергії-імпульсу. Цей тензор відповідає щільності матерії та енергії в цій точці. Викривлення простору-часу, отже, спричиняє рух матерії, а матерія, з іншого боку, є причиною викривлення простору-часу.

Поняття відносності будь-яких явищ свідчить про наявність властивостей їхнього переходу зі стану в стан. Відносність механічного руху щодо механічного спокою виявив Г. Галілей, зазначивши, що спокій тотожний рівномірному (без прискорення) і прямолінійному переміщенню тіл одного відносно іншого (так звані інерціальні системи відліку). В інерціальних системах механічні процеси відбуваються однаково, саме це і є їхньою сутністю. Просторово-часові властивості тіл (наприклад, відстані, розміри та ін.) не залежать від швидкості руху. Однак швидкість руху для різних систем

відліку по-різному себе виявляє. Іншими словами, у механіці Галілея–Ньютона швидкість є основною величиною, а відносність – різницею порівняльних величин.

У спеціальній теорії відносності А. Айнштейна принцип відносності набуває загальнішого вигляду, тобто всі фізичні, а не лише механічні процеси в інерціальних системах відбуваються однаково. В теорії А. Айнштейна наголошено на залежності фундаментальних величин простору і часу від інерціальних систем, від швидкості руху об'єктів у разі переходу з однієї системи в іншу. Відносними виявляються і швидкість існування тіл, різночасовість подій, розміри тіл тощо. Загальна ж теорія відносності стверджує однаковість законів природи не лише в інерціальних, а також у неінерціальних системах відліку. У цьому випадку необхідно враховувати залежність властивостей простору і часу не лише від швидкості їх переміщення, а й від матеріальних взаємодій, від маси тіл і гравітаційних полів. У загальній теорії використовують геометрію з поняттями викривлення простору під дією полів тяжіння (на відміну від геометрії Евкліда) та сповільнення часу в сильних гравітаційних полях.

Спеціальна теорія відносності внесла докорінні зміни в закони класичної механіки на підставі постулатів, що всі інерціальні системи відліку є рівноправними; швидкість світла в усіх інерціальних системах однакова.

З цих постулатів випливає, що швидкість світла є максимально допустимою в природі. Будь-який матеріальний об'єкт не може рухатися швидше від світла.

З погляду спеціальної теорії відносності простір і час тісно пов'язані між собою, вони утворюють єдиний чотиривимірний багатовид (простір–час). Спостерігачі, що рухаються один відносно одного, по-різному визначають “просторовий” і “часовий” напрями у цьому багатовиді. Тому простір і час більше неможливо розглядати як дві окремі сутності.

Загальна теорія відносності дала змогу доповнити цю картину і з'ясувати, що енергія гравітаційного поля (породжена матерією) здатна деформувати простір–час так, що “прямі” лінії в просторі та часі мають властивості “кривих”. Поблизу



масивного тіла викривляється не лише простір, а простір-час, унаслідок чого змінюються просторова форма траєкторій та часові параметри руху: тіла зазнають прискорення (сповільнення). Реальний простір є тривимірним, а простір-час — чотиривимірним.

Спеціальна та загальна теорії відносності А. Айнштейна відіграють значну роль у формуванні наукової картини світу, розробці нової дослідницької програми. Теорія відносності по-новому поставила й вирішила низку проблем просторово-часової структури світу, визначила нові напрями теоретико-пізнавального програмування — емпіричного і теоретичного.

У класичній механіці відомий принцип відносності Г. Галілея: якщо закони механіки справджуються в одній системі координат, то вони справджуються і в будь-якій іншій системі, що рухається прямолінійно і рівномірно відносно прямої. Такі системи називають інерціальними. Рух у цих системах підпорядкований закону інерції, згідно з яким будь-яке тіло зберігає стан спокою або рівномірного руху, якщо тільки система не вимушена його змінити під впливом рушійних сил.

Виявилося, що принцип відносності діє в інших галузях фізики (наприклад, оптиці, електродинаміці та ін.). Отже, наприкінці ХХ ст. принцип відносності отримав таке визначення: будь-який процес відбувається однаково в ізольованій матеріальній системі і в такій же системі, що перебуває в стані рівномірного прямолінійного руху. У фізиці всі системи відліку визнано рівноправними, а отже, принцип відносності став універсальним. Відносність у теорії відносності означає, що всі системи відліку однакові.

А. Айнштейн запропонував відмовитись від уявлення про абсолютність та незмінність властивостей простору і часу. Таке твердження важко сприйняти: простір нам уявляється лише тривимірним, а час — одновимірним. Характеристиками простору вважали однаковість властивостей в усіх напрямках, а ізотропність — це незалежність властивостей від напрямів. Однорідним (повторюваним через певний період) вважали й час. Він незворотний. Щодо простору, то його вва-

жали вмістищем матерії (І. Ньютон), а також є концепція, згідно з якою властивості простору пов'язані з властивостями тіл, що містяться в ньому (Г. Лейбніц). Відповідно до теорії відносності, будь-яке тіло визначає геометрію простору. За спеціальною теорією відносності, довжина тіла (як і відстань між двома матеріальними точками) і тривалість процесів, що в ньому відбуваються, є не абсолютними, а відносними величинами. Наближаючись до швидкості світла, всі процеси в системі сповільнюються, а поздовжні розміри тіла зменшуються, і події, одночасні для одного спостерігача, виявляються різночасовими для іншого, що рухається відносно нього. Принцип відносності Г. Галілея отримав назву принципу відносності А. Айнштейна (Жудрявцев П. С., 1982).

Теорія відносності розглядає властивості простору і часу без урахування гравітаційних полів (вони не є інерціальними). Вона пов'язала тяжіння, електромагнетизм і механіку. Три століття фізика була механічною і вивчала речовину. Теорія відносності довела єдність простору і часу, сформувавши уявлення про просторово-часовий чотиривимірний континуум і виразила універсальні фізичні закономірності Всесвіту. На противагу їй, квантова механіка розкриває закони мікросвіту з так званими простими системами з невеликою кількістю змінних (а отже, їх можна математично розрахувати). Системи, у яких багато змінних і розраховувати їх важко, утворюють складні системи. Їхня складність зумовлена наявністю в них так званих емерджентних ознак, тобто непередбачених. Складним системам притаманні зворотні зв'язки.

Розрізняють зв'язки позитивні (поведінка системи може посилити зовнішній вплив) та негативні (зменшення зовнішнього впливу). Окрім них, виділено гомеостатичні зворотні зв'язки, які зводять до нуля зовнішні впливи (наприклад, температуру тіла людини). Властивістю системи є інваріант системи, коли вона не змінюється.

У дискусії А. Айнштейна та В. Гейзенберга щодо проблеми спостережуваності В. Гейзенберг стверджував, що науковій теорії потрібно будувати чітко на уявленнях про об'єкти, які принципово спостерігають, і вимірних величинах, тоді як

А. Айнштайн дотримувався іншої думки. Значно пізніше (1935) в листі до відомого британського філософа К. Поппера А. Айнштайн писав, що йому не подобається тенденція чіплятися за те, що є спостережуваним: “я думаю, що теорія не може бути отримана з результатів спостережень, але може бути тільки винайдена”.

На підставі цього А. Айнштайн виразив упевненість у тому, що “із принципового погляду бажання будувати теорію тільки на величинах, які спостерігають, геть безглуздо”. Він не заперечував, що теорія може ґрунтуватися й на величинах, які принципово не спостерігають, хоча в явному вигляді цього положення він не сформулював. Усі міркування з проблем спостережуваності учений виразив у формі філософської тези: “Лише теорія вирішує, що саме можна спостерігати”. Це твердження відіграє ключову роль у сучасній філософії науки. Наукова теорія повинна давати змогу вимірювати не лише величини, які прямо спостерігають, а й величини, які спостерігають опосередковано, а саме: через функціональні залежності від інших величин, шляхом спостереження інших величин за допомогою вимірювальних приладів, що забезпечують зв'язок теоретичного знання з емпіричним.

А. Айнштайн широко користувався уявними експериментами під час розробки проблем, пов'язаних із розширенням старої та формуванням нової наукової картини світу. Він досліджував та експериментував ситуації з метою перевірити, уточнити й з'ясувати змістовний сенс гіпотези, згідно з якою швидкість світла в вакуумі стала й не залежить від руху джерела світла.

Згідно з загальним принципом відносності, усі системи відліку, враховуючи й неінерціальні, еквівалентні в усіх частині природи. А. Айнштайн надалі пов'язав рух тіл з гравітаційним полем і в контексті з загальною теорією відносності отримав фундаментально новий результат: гравітація й електромагнітне випромінювання, тобто світлові промені в гравітаційних полях поширюються криволінійним шляхом. Цей теоретичний висновок цінний у двох аспектах: 1) його можна перевірити експериментальним шляхом, викри-

світлових променів у полі тяжіння, за підрахунками А. Айнштейна, становить 1,75 кутової секунди, це явище можна спостерігати під час повного сонячного затемнення – здаватиметься, що зірки поблизу Сонця змістяться на цю величину стосовно свого справжнього положення; 2) факт викривлення світлового променя в полі тяжіння свідчить про те, що закон сталості швидкості світла в вакуумі є однією з підвалин спеціальної теорії відносності, має відносний характер.

Далеко не всі погоджувалися з ідеєю викривлення простору навколо Сонця під час проходження променів світла. У 1916 р. А. Айнштейн довів, що гравітаційні поля (хвилі) поширюються зі швидкістю світла. Невловимі гіпотетичні гравітаційні хвилі стали фізично вимірною реальністю в найтонших експериментах, зокрема, відкриття гравітаційного випромінювання (хвиль).

Проте існує й інша проблема – приймання гравітаційних хвиль, що надходять з космосу. Це завдання технічно дуже складне. Для його вирішення необхідно мати велетенські фізико-технічні пристрої.

А. Айнштейн розглядав світ у його просторовій протяжності як замкнутий. Методологічна ідея, а точніше – гіпотеза про замкнутий Всесвіт, становить суть теорії тяжіння; це одне з найбільш радикальних припущень у науковому пізнанні взагалі. На підставі астрономічних вимірювань висувають положення про те, що така характеристика матерії, як густина, є величиною сталою у всьому Всесвіті. А. Айнштейн та О. Фрідман утвердили у космології принципово нову модель світу – замкнутий, пульсуючий Всесвіт.

Теорія відносності розкрила закономірності природи глибше, ніж класична фізика, вона об'єднала Матерію, Рух, Простір, Час, які раніше вважали роз'єднаними. Відповідно до теорії відносності, разом з речами, які б зникли, зник би і простір, і час. Простіше і наочніше, мабуть, не можна сформулювати нерозривний зв'язок матерії, руху, простору і часу. Простір і час є способом існування фізичного світу. Ця теорія зробила величезний якісний крок в осмисленні структури Всесвіту. Отже, простір-час є уособленням найбільш загаль-

них відносин матеріальних об'єктів і поза матерією існувати не може.

Також теорія відносності привернула дослідників до філософської проблематики. Вона засвідчує необхідність методологічного й епістемологічного аналізу понятійного апарату фізичної науки. А. Айнштайн зазначив, що спеціальна теорія відносності примирила механіку з електродинамікою. Вона скоротила кількість логічно незалежних гіпотез в електродинаміці, об'єднала закони збереження імпульсу й енергії, виявила єдність маси й енергії. Теорія відносності разом із квантовою механікою є новим етапом у революційній зміні понять класичної фізики. У полі зору теорії відносності виявилися не тільки поняття, безпосередньо пов'язані з матерією: поле, речовина, етер, маса та ін. Вона кардинально переосмислює уявлення про простір, час, рух. Загальна теорія відносності торкається низки глибоких космологічних, теоретико-пізнавальних та методологічних проблем. На думку А. Айнштайна, творча діяльність дослідника повинна бути спрямована на те, щоб відшукати у природі чітко сформульовані загальні принципи, що відображають визначені загальні риси величезної кількості експериментально визначених фактів. Стосовно побудови теорії відносності вдається "вивідати в природи" такі принципи: принцип сталості швидкості світла, узагальнений принцип відносності, принцип еквівалентності. До таких загальних положень належить ідея М. Планка про квант дії та ін. Ці положення відіграють евристичну роль, ведуть до глибшого і повнішого знання, розкривають нові сторони і грані фізичного світу (Айнштейн А., Инфельд Л., 1966).

Теорія відносності пов'язана з філософією. Результати, отримані нею, мають не тільки природничо-наукове, а й загальнофілософське значення. Квантова механіка є фундаментальною фізичною теорією, що в описі мікроскопічних об'єктів розширює, уточнює і поєднує результати класичної механіки й електродинаміки. Ця теорія є фундаментом багатьох напрямів фізики та хімії, включаючи фізику твердого тіла.

Квантова механіка є теорією механіки – галузі фізики, що описує рух тіл і зіставні йому фізичні величини, такі як енергія чи імпульс. Вона є більш загальною, ніж класична механіка (механіка І. Ньютона) в тому сенсі, що дає точніші і достовірніші результати для багатьох явищ, де класична механіка безпорадна.

На початку ХХ ст. вчені-фізики М. Планк, Н. Бор, А. Айнштайн, В. Гайзенберг та інші заклали основи квантової механіки і квантової фізики. Однозначний рух з точно означеною траєкторією в класичній механіці заперечували, а використовували ймовірно-статистичний принцип руху (строга порційність випромінювань у світлі елементарних частин). У квантовій фізиці картину взаємовідношень між складовими сприймали по-іншому. Найдрібнішою структурною одиницею матерії до кінця ХІХ ст. вважали атоми хімічних елементів. Відкриття періодичного закону 1869 р., Д. Менделєєвим засвідчило наявність дрібніших частин, властивості яких визначені властивостями атомів (Храмов Ю. А., 2006). Наприкінці ХІХ ст. англійський фізик Дж. Томсон відкрив електрон (1897) – першу елементарну частинку, а через 35 років відкрито нейтрон.

Виявлені протони, нейтрони й електрони дали змогу пояснити будову і властивості речовин, закласти основи фізики твердого тіла. Поєднання здобутків квантової механіки і спеціальної теорії відносності спонукало до вивчення античастинок.

У квантовій механіці корпускулярні та хвильові поняття втрачають “класичну” незалежність. Рух мікрооб’єктів лише приблизно можна трактувати в одних випадках як рух “класичних” частин, а в інших – як поширення “класичних” хвиль. Тому в описі явищ атомного масштабу не можна відокремитися від тих фізичних умов, у яких їх спостерігають. Квантовим величинам властивий характер відносності до засобів спостереження, що й робить їх відмінними від класичних величин, які безвідносні до засобів спостереження.

Сьогодні відомо понад чотири сотні елементарних частинок. Деякі з них живуть надзвичайно короткий час, тому

експериментально вимірювати їх і класифікувати вкрай складно. Мікросвіт багатоманітний і виявляється насамперед через взаємоперетворення частин і полів. Сьогоднішнє опрацювання систематизації елементарних частин пов'язане з ідеєю швидкості світла.

Світло, як відомо, поєднує в собі як хвильові властивості, так і властивості, притаманні частинкам. В інтерференції, дифракції, поляризації світло виявляє себе як хвиля, в інших (фотоэффект) – як потік часток (фотонів). Фактично теорія Дж. Максвелла привела до єдиної теорії електричних, магнітних і оптичних явищ, що ґрунтуються на уявленні про електромагнітне поле.

Отже, природознавство нових часів відрізняється від класичного природознавства низкою концепцій, серед яких рівність (однаковість) швидкості світла в будь-якій інерційній системі відліку і, як наслідок, залежність просторових координат і часу від швидкості руху, інертність енергії, ймовірне розуміння макро- і мікросвіту, визнання еволюційного характеру розвитку Всесвіту, самоорганізації матерії. Ці та інші концепції виявляються в трьох (за В. Вернадським) умовних реальностях: мегасвіті (космосі), макросвіті і мікросвіті (включаючи біосферу і людину).

## **Мегасвіт у його багатоманітності та єдності**

Земля як одна з планет Сонячної системи є елементом мегасвіту.

До початку ХХ ст. вважали, що поза нашою галактикою немає ніяких зоряних систем, а навколишній Всесвіт перебуває в статичному стані і його розміри з часом не змінюються. У 20-х роках ХХ ст. виявлено інші галактики, а отже, виникла потреба формувати нові космологічні моделі побудови Світу – динамічні. Звідси властивості Всесвіту в кожен момент часу і простору не є однаковими в усіх точках. Всесвіт (мегасвіт) складається з галактик (які об'єднують зорі) та їхніх скупчень, у тому числі скупчень з газу і пилу. В центрі галактики є зоряні згромадження.

проте може бути і чорна діра (як скупчення маси високої густини, що її гравітація поглинає все навколо себе). У цій густині концентруються молоді зорі, а старі розбрелись хаотично.

Весь простір Всесвіту заповнений галактиками з законами всесвітнього тяжіння. Взаємодія між галактиками (гравітаційна), і галактики з електромагнітним випромінюванням у просторі, за теорією відносності, викривляється, на відміну від евклідового простору. Досі немає однозначної відповіді на питання про утворення окремих елементів.

У Сонячній системі є вісім планет, їхні супутники, понад 100 тис. астероїдів, безліч комет і метеоритних тіл. Відстань від Сонця до Плутона (недавно викресленого з числа планет – 6 млрд км. Розрізняють планети земної групи і планети-гіганти. Планети земної групи – Меркурій, Венера, Земля, Марс – порівняно невеликі й складаються зі щільної речовини. Юпітер, Сатурн, Уран і Нептун належать до гігантів, вони набагато масивніші, проте в їхньому складі є легкі речовини, тому їхня густина менша. На відміну від атмосфери планет земної групи, чітко відокремлених від твердої поверхні, атмосферні гази планет-гігантів поступово переходять у стан, що конденсує в “тіло” самих планет. У них немає звичної для нас твердої або рідкої поверхні.

Сумарний розмір астероїдів, які складають групу малих планет, менше 0,001 маси Землі. Найбільший астероїд – планета Церера – має поперечник близько 1 000 км. Стикаючись один з одним, астероїди дробляться на метеорити.

Своєрідними об'єктами Сонячної системи є комети. Вони складаються з голови, невеликого щільного ядра і хвоста зазвичай в десятки мільйонів кілометрів. Ядра комет мають розміри в декілька кілометрів і складаються з кам'яних і металевих утворень, ув'язнених у крижану оболонку із замерзлих газів. Комети зазвичай найдалі об'єкти Сонячної системи. Деякі з них віддаляються від Сонця на 10 000 млрд км – на відстань одного світлового року.

Уважають, що на цій відстані від Сонця ї проходить межа Сонячної системи. Далі починається сфера впливу інших зі-



рок. Для порівняння: світло від Сонця до Землі доходить за 8 хв, а від другої за близькістю до нас зірки (Проксима Центавра) воно йде до Землі більше чотирьох років. Ця зірка розміщена від нас у 100 000 разів далі, ніж Сонце. Густина речовин зірок у межах від 1 до  $10^{14}$  г/см<sup>3</sup> (нейтронні зірки). Атмосфера зірок, як уже зазначено, на 98% складена з водню і гелію.

Вивчення складних фізичних властивостей мегасвіту науковці розпочали з побудови його найпростішої фізико-математичної моделі як однорідної ізотропної метагалактики. Однорідна ізотропна модель, як і будь-яке перше наближення, дає змогу виявити лише найзагальніші властивості реального мегасвіту згідно зі спостереженнями, що така метагалактика постійно змінюється – стискається або розширяється. Середня густина речовини метагалактики (матеріальних утворень, які заповнюють простір не тільки в межах галактик, а й між ними) є певним ключем до пізнання майбутнього метагалактики. Практично завдання винятково складне, оскільки треба враховувати не лише компактні безпосередньо спостережувані утворення (зорі, туманності, галактики тощо), а й електромагнітне випромінювання, нейтрино, міжгалактичний газ та інші мало і навіть зовсім поки що недоступні для спостереження форми матеріальних утворень.

Іншою проблемою сучасної космології є минула історія метагалактики. Проведена в далеке минуле екстраполяція рівнянь теорії однорідної ізотропної моделі приводить до тих часів, коли радіус метагалактики дорівнював нулю, а густина була нескінченно великою. Це так звані сингулярні початкові умови. З практичного погляду вони зовсім не прийнятні, оскільки фізично не визначені й необґрунтовані так само, як необґрунтована допустимість екстраполяції. Питання про початкові умови і, тим більше, фізичні, які могли зумовити початок розширення метагалактики, до цього часу не з'ясоване.

За допомогою потужних телескопів можна побачити: наша галактика – Молочний Шлях – складається з величезної кількості зір. Вони разом з мільярдами інших зір утворюють

велетенський просторовий острів. За величезних відстаней і швидкостей ми немов перебуваємо в абсолютній нерухомості відносно сузір'їв та галактик. Десятки і сотні прийдешніх поколінь спостерігатимуть приблизно нинішнє розташування зірок. І чим більше вони віддалені, там постійнішою буде наша скоординованість.

Наша галактика, а також туманність Андромеди та інші менші галактики утворюють так звану місцеву групу. Деякі із зоряних систем цієї групи є супутниками нашої галактики й обертаються навколо спільного центра мас.

Основоположниками космології як науки про Всесвіт, про закони його будови і розвитку були давньогрецькі філософи. Однак, запровадивши поняття нескінченного простору і нескінченного часу, вони не змогли піти у своїх роздумах далі, ніж замінити уявлення про нескінченний простір сферою зір цілком визначеного радіуса.

Успіхи сучасної астрономії у з'ясуванні особливостей будови і розвитку досяжного для спостережень Всесвіту вражають. І все ж Всесвіт ще не розкрився перед нами всіма своїми гранями і всім розмаїттям буття.

Світ галактики надзвичайно різноманітний. У 1925 р. Е. Хаббл зробив першу і дуже вдалу спробу класифікувати галактики за їхнім зовнішнім виглядом, запропонувавши зачислити їх до одного з таких трьох типів: еліптичний E, спіральний S та неправильний Ir.

Найближча до нас у Північній півкулі неба туманність Андромеди – це спіральна галактика. У Південній півкулі спостерігають дві неправильні галактики – Велику Магелланову Хмару і Малу Магелланову Хмару.

Приблизно 25 % вивчених галактик – еліптичні, 50 – спіральні, 20 – типу S і лише 5 % – галактики типу Ir.

Космологія – наука про Всесвіт загалом, про найзагальніші закони його будови та розвитку. Це молода галузь астрономії. Вона найповніше використовує такі поняття, як простір і час, які є не тільки фізичними, а й філософськими категоріями. На її “полі” упродовж століть триває запекла боротьба між матеріалістичними та ідеалістичними світоглядами.

Загальні закономірності розвитку Всесвіту вивчають за допомогою космологічних моделей. Виводять рівняння, за якими визначають відстані між двома довільно взятими матеріальними об'єктами у Всесвіті, а також зміну з часом середньої температури і густини речовини. У цьому разі, зазвичай, виходять з так званого космологічного принципу, який проголошує, що Всесвіт є однорідним та ізотропним, тобто властивості Всесвіту для кожного заданого моменту часу однакові у всіх його точках і в усіх напрямках.

З для отримання моделі статичного Всесвіту А. Айнштайн запропонував рівняння гравітаційного поля, в одному з варіантів яких міститься космологічна стала. Проте статичний Всесвіт є нестабільним, а спостереження за допомогою космічного телескопа Е. Хаббла підтвердили факт розширення Всесвіту. Тому введення космологічної сталої А. Айнштайн пізніше визнав помилковим. Однак деякі нові дані потребують ненульового значення космологічної сталої для пояснення результатів спостережень.

Сучасна космологія ґрунтується на створеній А. Айнштайном загальній теорії відносності, у якій з'ясовано, що розвиток і подальша доля Всесвіту значно залежать від середньої густини речовини, яка його заповнює. Особливу роль відводять так званому значенню критичної густини речовини.

Виявляється, якщо густина більша від критичної, то розширення Всесвіту рано чи пізно зміниться його стисненням. Тоді червоні зміщення ліній у спектрах галактик зміняться на фіолетові, оскільки відстані між галактиками почнуть зменшуватись. У такій моделі Всесвіт пульсує: досягнувши найбільших розмірів, знову стискається. До того ж, він замкнений, і світловий промінь, відлетівши у зоряні простори, має зрештою повернутись туди, звідки стартував.

Для того, щоб дізнатись, якій космологічній моделі відповідає Всесвіт, потрібно визначити середню густину його речовини і порівняти з критичною. Визначення середньої густини – це першочергове завдання космології.

Зазначимо, що в разі введення поняття Всесвіту, який розширюється, зовсім не йдеться про якусь фізичну точку, від якої відбувається розширення. Ніякого центра розширення не існує. Порівняємо Всесвіт із точкою на поверхні повітряної кульки. Коли ми почнемо наповнювати її повітрям, відстані між точками будуть зростати, та жодну точку в цьому випадку не можна вважати центром розширення.

Так і з розширенням Всесвіту – сам простір наче розбухає, галактики віддаляються одна від одної і завдяки гравітації незмінними є їхні об'єми. Та якщо світ галактик розширюється, то, можливо, колись усі вони почали розлітатися з деякої так званої сингулярної точки. Таке уявлення дає змогу ввести поняття єдиного космологічного часу, відлічуваного від моменту, коли розпочалося розширення світу галактик.

Оскільки швидкість світла має скінченне значення, то й розмір спостережуваного Всесвіту – також скінченна величина. Тобто спостережуваний Всесвіт має вигляд сфери скінченного радіуса, з-за меж якого ніяка інформація не може дійти до нас у принципі. І ніяке вдосконалення техніки не допоможе зазирнути ще далі. На честь Е. Хаббла її називають хабблівським горизонтом.

Проте поняття радіуса Всесвіту досить умовне: реальний Всесвіт безмежний і ніде не закінчується. Якщо спостерігач буде рухатись, то його спостережуваний “горизонт” відсуватиметься щораз далі. Через скінченність швидкості світла значення червоного зміщення у спектрі далекої галактики є водночас і мірою відстані від неї, і мірою часу, який минув відтоді, коли вона випустила той сигнал, що ми нині сприймаємо. Спостерігаючи щораз віддаленіші галактики, ми зазираємо у їхнє минуле, бо бачимо їх такими, якими вони були мільйони й мільярди років тому.

## Еволюція мегагалактики, галактик і окремих зірок

Упродовж ХХ ст. працями О. Фрідмана, А. Айнштейна, Е. Хаббла, Ж. Леметра, Г. Гамова та інших дослідників розроблено концепцію, згідно з якою Всесвіт перебуває в процесі розширення, розходження галактик від якогось первинного центра, в якому він зародився. Що передувало цьому – важко сказати. Вважають, що сучасний Всесвіт формувався в особливому надзвичайно розжареному, надщільному стані. Приблизно 15–20 млрд років тому цей згусток матерії, “першоатом” через ще нез’ясовані причини ніби вибухнув і почав швидко розширюватися з різким зниженням температури. В ході цього процесу розширення, що триває й досі, виникла та структура Всесвіту, яку ми спостерігаємо.

Теорія Всесвіту, що розширюється, ґрунтується на тлумаченні експериментально зафіксованого червоного зсуву спектральних ліній галактик. Еволюції зазнають усі космічні об’єкти: зірки, планети, галактики. Сьогодні відомо, що звичайні зірки в ході змін перетворюються на так звані білі карлики, нейтронні зорі і чорні діри.

Перетворення у білих карликів відбувається шляхом повільного стиснення зірки, яка продовжує світити вже не завдяки ядерним реакціям, а внаслідок вивільнення в процесі стиснення гравітаційної енергії. Протягом 1 млрд років білий карлик поволі вистигає, перетворюючись на чорний карлик – холодну і невипромінювальну зірку.

Нейтронні зірки виникають на завершальній стадії їхньої еволюції і мають масу від 1,2 до 2,0 сонячних мас. На передкінцевому етапі в них відбувається дуже швидке стиснення. у ході якого в зовнішніх шарах починається бурхливий процес ядерних реакцій. У цьому разі виділяється багато енергії, що супроводжується вибухом. Внутрішні ж її області стрімко стискаються. Залишок зірки зменшується до надзвичайно малих розмірів (у 20–30 км), а середня її густина зростає до 100 млн т/см<sup>3</sup>.

Якщо маса зорі (зірки на завершальній стадії існування) перевищить 2 сонячні маси, то зоря переходить у стадію чор-

ної діри з радіусом 5–10 км. Чорні діри мають і інші назви: “застигла зірка”, “гравітаційна могила”, “колансар”, “флуктуар”, “отон”. Простір чорної діри ніби “вирваний” з простору Всесвіту.

Отже, Мегасвіт – світ космічних масштабів, у ньому швидкості сумірні зі світловими, відстані вимірюють парсеками (1 парсек дорівнює 3,3 світлового року, що відповідає  $3,1 \times 10^{16}$  с), тривалість – мільйонами і мільярдами років. Мегасвіт, на відміну від Всесвіту, охоплює і світи за межами нашого реального простору.

### Питання для контролю і самоконтролю

---

1. Які нові уявлення про світ виникають у релятивістській квантовій фізиці?
2. Що таке фізичний вакуум і квантова теорія поля?
3. Що доводять спеціальна і загальна теорії відносності А. Айнштейна?
4. Схарактеризуйте основні риси постнекласичного етапу розвитку науки.
5. Яка структура атома з погляду сучасної фізики?
6. Уявлення про простір і час у доньютонівський і айнштайнівський періоди.
7. Що таке просторово-часовий континуум?
8. У чому виявляється однорідність та ізотропність простору?
9. Перелічіть і поясніть основні властивості часу.

### Список літератури

---

#### Основна

1. Біленко І. І. Фізичний словник / І. І. Біленко – 2-ге вид. переробл. і допов. – К. : Вища школа, 1993.
2. Вакарчук І. О. Квантова механіка : підручник для студ. вищ. навч. закладів / І. О. Вакарчук. – 2-ге вид., допов. – Львів : Львівський нац. ун-т ім. І. Франка, 2004.
3. Іванків Л. І. Механіка : навч. посібник / Л. І. Іванов, В. М. Палюх. – К., 1995.
4. Польшаков В. І. Концепції сучасного природознавства : навч. посібник / В. І. Польшаков, М. В. Богдан. – К. : Центр навчальної літератури, 2004.

5. Храмов Ю. А. История физики / Ю. А. Храмов. – К. : Феникс, 2006.
6. Эйнштейн А. Эволюция физики : развитие идей от первоначальных понятий до теории относительности и квантов / А. Эйнштейн, Л. Инфельд ; пер. с англ. С. Г. Суворова. – 4-е изд. – М., 1966.

#### Додаткова

1. Король А. М. Фізика. Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка. Електрика і магнетизм. Оптика. Елементи квантової механіки, фізики атома, атомного ядра і елементарних частинок : підручник для студ. вищих техн. навч. закл. / А. М. Король, М. В. Андріяшик. – К. : Інкос ; Центр навч. л-ри, 2006.
2. Матвеев О. М. Механіка і теорія відносності : навч. посібник / О. М. Матвеев ; пер. з рос. Лискович О. Б. – К. : Вища школа, 1993.
3. Сулим Г. Т. Індивідуальні завдання з курсів теоретичної і класичної механіки з використанням ЕОМ для студентів / Г. Т. Сулим. – Львів, 1993.
4. Швець С. В. Основи системного підходу : навч. посібник для студ. вищ. навч. закладів / С. В. Швець. – Суми : Сумський держ. ун-т, 2004.
5. Кудрявцев П. С. Курс истории физики : учеб. пособие для пед. ин-тов по физич. спец. / П. С. Кудрявцев. – 1-е изд., испр. и доп. – М. : Просвещение, 1982.
6. Кузнецов Б. Г. Развитие физических идей от Галилея до Эйнштейна в свете современной науки / Б. Г. Кузнецов. – 2-е изд. – М. : Наука, 1966.
7. Лауэ М. История физики / М. Лауэ ; пер. с нем. Т. Н. Горштейн. – М. : Гостехиздат, 1956.

## ГЕОЛОГІЧНІ КОНЦЕПЦІЇ ІСТОРІЇ ЗЕМЛІ

Еволюцію Землі та земної кори впродовж її історії визначили дві основні тенденції – напрямленість і незворотність. Крім цієї еволюції загалом, є багатопорядкова циклічність, яка виявляється в часовій, частковій зворотності цієї еволюції, періодичних змінах її темпу та інтенсивності в часі.

Основні етапи еволюції Землі включають її вік, який спочатку оцінювали за віком метеоритів у 4,55–4,56 млрд років; його уточнення за даними ізотопної геохімії становить  $4,45 \pm 0,02$  млрд років; подібних висновків дотримується чимало інших дослідників.

Утвердженню Гондвани передувало розпаді Родінії (пізній протерозой і кембрій) 1000–500 млн років тому. За однією з найпоширеніших гіпотез, суперконтинент Родінія існував на рубежі мезопротерозою. Конфігурації Родінії, час її становлення, розпаду і тривалість існування є предметом обговорень. Спочатку вважали, що розпад Родінії почався 750 млн років тому (тоді ж зародився Тихий океан). Деякі пізніше геологи почали стверджувати, що розпад Родінії почався не пізніше 800–750 млн років тому, тобто приблизно в середині пізнього рифею. Упродовж венду і початку кембрію континентальні блоки Західної Гондвани (у межах сучасних Південної Америки та Африки) відбувалося замикання “мініокеанів”. Цей процес привів у кембрії до змикання Західної і Східної Гондвани (відповідний ерогенез отримав назву бразилійського і панафриканського [байкальського]). Унаслідок його прояву з’явився новий великий континентальний масив Гондвани, що самостійно існував до середини карбону, до 320 млн років тому, коли й увійшов до складу нової Пангеї. Гондвана об’єднала до двох десятків континентальних “уламків” Родінії.



В ордовику–тріасі (500–200 млн років тому) відбувся розвиток палеозойських океанів і становлення нової Пангеї, а в юрі–квартер (200–0 млн років тому) – розпад останньої Пангеї, утворення сучасних океанів, настав новітній етап розвитку Землі. Історія розпаду останньої Пангеї і розгортання сучасних океанів нині, здебільшого, спирається на досить обширну і достовірну інформацію.

Розпад Пангеї почався 200 млн років тому, у ранній юрі, і привів до утворення сучасних океанів і сучасних континентів. З розпадом Пангеї плити і мікроплити, що відколотися від Гондвани, включаючи Адрію, Аравію, Індію, дрейфували в бік Євразії та примкнули до неї разом з Австралією.

Останніми десятиріччями в геології домінує принципова нова теоретична концепція – тектоніка літосферних плит. Її підтвердили результати глибоководних бурінь в океанах, дані виявлення сучасного руху плит методами космічної геодезії. Результати радіогеохронометрії доводять, що процеси, пов'язані з тектонікою плит, діяли на нашій планеті щонайменше з пізнього архею (3 млрд років тому), а деякі ознаки цього процесу сягають раннього архею, тобто 4,0 млрд років тому.

Перша кора і літосфера Землі формувались в інтервалі 4,6–4,0 млрд років тому. В міру ущільнення атмосфери (унаслідок охолодження Землі) з'явилися перші невеликі літосферні плити, які горизонтально рухались; цей рух спричинений густиною літосфери і пов'язаний з густиною гарячої астеносфери; крім того, літосферні плити могли зрушувати мантийні течії.

В історії Землі стосовно тектоніки плит можна виділити архейський, ранньо- і середньопротерозойський та пізньопротерозойсько-фанерозойський часові інтервали.

З виділенням у твердій оболонці Землі кори і мантиї намітився розподіл її верхньої частини на літосферу й астеносферу. Відмінності між якими ґрунтуються на відмінностях їхніх фізико-механічних, точніше – реологічних властивостей: глибиною (на межі літосфери й астеносфери загасає енергія сейсмічних швидкостей та їхні рухи). Астеносфера є основою магмогенерувальним шаром Землі. Її виокремлення пов'язане

з тим, що ефект підвищення з глибиною температури перевершує ефект підвищення тиску. Положення межі літої астеносфери залежить перш за все від розміру теплового потоку та геотермічного градієнта і загалом визначене положенням ізотерми 1 200–1 300 °С.

Потужність земної кори змінюється від нуля (на окремих океанічних ділянках) до 70–75 км (під високими гірськими масивами). Земна кора порівняно з мантиєю збагачена кремнеземом, лугами, радіоактивними елементами. Нижня частина земної кори окреслена поверхнею Мохоровичича (Мохо), яка є одночасно межею верхньої мантиї (нижня мантия – сейсмічною межею на рівні 410 км і чітко простежена за стрибкоподібним зростанням швидкості поздовжніх і поперечних сейсмічних хвиль). На відміну від земної кори, у мантиї переважають ультрамафічні породи з вмістом кремнезему, лугів, радіоактивних та інших елементів, збільшується кількість заліза, магнію, титану. Між глибинами 410 і 660 (670) км є перехідна зона між верхньою і нижньою мантиєю. Нижче 660 (670) км і майже до межі ядра на глибині 2 900 км виділена нижня мантия. Подібно до потужності перехідної зони між верхньою і нижньою мантиєю в її межах виділяють перехідну зону, яка простягається до ядра, потужністю близько 300 км. Верхнє, рідке ядро Землі сягає 2 900–5 146 км, складене з металевого заліза з домішками нікелю. Тверде внутрішнє ядро, ймовірно, теж має залізо-нікелевий склад.

У будові Землі простежено три зони підвищеної активності (розділені областями спокійнішого режиму): перехідна межа ядро–мантия, перехідна зона між нижньою і верхньою мантиєю та підлітосферна астеносфера з імовірним перервним (на відміну від двох названих вище) поширенням.

Унаслідок детального огляду розподілу швидкості хвиль в середині Землі сейсмічним методом виявлено, що найбільш зміни швидкості хвиль відбуваються на глибині 350–400 км. Можливо, це пов'язано зі зміною стану речовини на цих глибинах під впливом високого тиску і високої температури.

Вивчення внутрішньої будови Землі зумовлене потребою мати дані про температуру, щільність, тиск, стан речовини тощо. Дані про температуру середини Землі дуже непевні. Їх важко отримати (деякі дані з бурових свердловин і шахт). Виявлені показники дають підстави стверджувати, що у зовнішніх шарах Землі температура підвищується з глибиною: у деяких місцях – дещо більше, в інших – дещо менше (імовірно, це пов'язано з низкою фізико-хімічних процесів). У середньому на всіх материках, де тільки відбувалися зміни, починаючи з глибини 20 м, температура підвищується кожні 33 м на 1 градус, або за 1 км глибини приблизно на 30 градусів. Однією з причин нагрівання внутрішніх частин Землі, вірогідно, є стискання речовини Землі під впливом високого тиску і підвищення температури. Таке припущення набуває щораз більшого значення з огляду на нові дані про атомні процеси в речовинах під впливом високого тиску. Іншою причиною є наявність радіоактивних порід, які переважно містяться в земній корі (граніти, гнейси та ін). Радіоактивність їх дуже слабка, однак можна обчислити кількість тепла, яку вони віддають надрам Землі.

Якщо виходити з середньої радіоактивності гірських порід, наприклад, граніту, то виявляється, що наявність радіоактивних речовин в усій земній кулі буде більш ніж достатня, щоб компенсувати витрату на тепловипромінювання. Можливо, завдяки високому тиску, який існує всередині Землі, відбувається помітне ущільнення речовин і збільшення їхньої теплопровідності, а зі збільшенням теплопровідності змінюється температура з глибиною, і з деякої глибини вона є більш-менш сталою. Це дає змогу припускати, що температура підвищується в напрямі до середини Землі, пізніше це збільшення поступово сповільнюється і на деякій глибині припиняється. Значення цієї сталої температури орієнтовно дорівнює 2–3 тис. градусів. Температура розплавлених лав викинутих із надр вулканів Землі, сягає 1 100–1 300 °С.

Верхні шари земної кори складаються з вивержених (оліт, базальт, діабаз), осадових (аргіліт, алевроліт, пісковик, доломіт, крейда, вапняк) та метаморфічних (гнейс, марм

кварцит, сланці) порід. В усіх них переважають окиси кремнію й алюмінію, магнію та кальцію. З огляду на це густина збільшується в породах глибинного походження.

Густина порід, які складають земну кору, у середньому становить ( $\text{г/см}^3$ ) 2,7; середня густина порід земної кулі загалом – 5,5 (це в 2 рази більше, ніж густина порід земної кори). Із цього випливає, що густина серединних, глибоких частин Землі повинна бути більшою від її середньої густини (тобто 5,5). За деякими даними, густина збільшується досить швидко і на глибині земного ядра досягає близько 8, а в центрі Землі – до 11, у цьому разі в центральних частинах Землі густина зростає з глибиною вже повільніше, ніж у верхніх шарах Землі. Сейсмічні дані підтвердили шаруватість її будови: верхній шар – земна кора, далі – мантія Землі до глибини 2 900 км, у кінці – ядро Землі. З огляду на ці дані у ході розрахунків розподілу густини середини Землі необхідно враховувати стрибкоподібні зміни в самому розподілі густини на межах зазначених шарів, рівномірне збільшення густини з глибиною середини кожного із них. Звідси можна припустити, що густина Землі також повинна змінюватися стрибком у разі переходу від одного шару до іншого.

Глибина нинішніх шахт порівняно з величезним радіусом Землі (6 378 км) є дуже малою (орієнтовно –  $1/1275$ ). Одним з методів, яким вивчають внутрішню будову Землі, є пружні коливання, спричинені землетрусами, а також сейсмічний метод, що спирається на дані сейсмічних станцій.

Процеси виникнення землетрусів тісно пов'язують з горотворними процесами, тими ж внутрішніми силами, які формують гірські хребти і морські западини. Щоб упевнитися у цьому, досить зіставити розміщення епіцентрів землетрусів з розміщенням основних гірських систем.

Гіпоцентри землетрусів розміщені на різній глибині (до 50 км). Проте існують гіпоцентри землетрусів і на дуже великих глибинах – декілька сотень кілометрів. Більшість з них розташовані великими скупченнями вздовж берегів Тихого океану (їх майже нема в його середній частині). Цей факт засвідчує, що внутрішня сила Землі, формуючи континенти і басейни

Тихого океану, продовжує виявляти себе в зоні контакту між континентами і дном океану. За сучасними уявленнями, землетруси виникають у процесі швидкого зміщення мас Землі і відбуваються внаслідок накопичення напруження та його вивільнення (Сивий М. Я., Свинко Й. М., 2006).

Наявність глибоких землетрусів спонукає до припущення, що подібні переміщення речовин можуть існувати до глибини декілька сотень кілометрів.

Розривний, раптовий руховий процес у середині Землі є вираженням наявних там напружених сил, які поширюються по цілому тілі Землі й доходять до її поверхні, спричинюючи руйнування. Коливання, зумовлені землетрусами, відрізняються як за виглядом (пов'язані зі стисненням і розширенням речовини та поширенням по земній поверхні), так і за швидкістю поширення. Швидкість поширення сейсмічних хвиль і шлях їхнього пробігу від центра до місця спостереження (станції) залежить від властивостей шарів Землі, через які вони проходять. Тому вивчення сейсмічних хвиль, визначення швидкостей їхнього поширення на різних глибинах, а також шляхів їхнього пробігу всередині Землі є важливим методом вивчення будови і властивостей речовини всередині Землі.

Пружні властивості земної кори порівняно з властивостями шарів, які лежать нижче, відрізняються різкою зміною швидкостей поширення сейсмічних хвиль. Отже, завдяки використанню даних, отриманих під час землетрусів та штучних вибухів, вдалося визначити товщину земної кори та її будову. Виявилося, що в різних місцях товщина земної кори різна і навіть різні сили (пружності) окремих шарів. Вдалося з'ясувати, що кора буває двох основних типів – океанічного та континентального. Потужність континентального – приблизно 30–35 км, а океанічного – приблизно 15 км.

Сейсмічний метод засвідчує, що під гірськими системами товщина земної кори більша, а під рівнинами – менша. Наприклад, на рівнинах європейської та азійської частини товщина земної кори становить 30–40 км, тоді як під Кавказьким гірським хребтом – 50–60 км, а під деякими райо-

нами Середньої Азії – 70 км. Цей перепад товщини земної кори фіксує межу її переходу до підкорової речовини.

У будь-якій точці земної поверхні, а також у середині Землі, виявляється сила тяжіння. Вона виникає внаслідок дії сили притягання точки земною поверхнею. Найбільша сила тяжіння на поверхні земного ядра (до глибини 2 900 км). Далі з глибиною сила тяжіння швидко зменшується і в центрі Землі дорівнює нулю. Ці обставини не можна не враховувати в ході вивчення речовин у внутрішніх, глибоких частинах Землі, де нема чи дуже мала вага тіла. Проте це не означає, що там нема тиску, оскільки зовнішні шари Землі мають вагу і тиснуть на шари, які лежать глибше.

На різних глибинах середини Землі можна розраховувати тиск, знаючи розподіл густини та сили тяжіння середини Землі. Отже, на поверхні ядра Землі тиск уже досягає 1,5 млн атмосфер, а в самому центрі Землі – понад 3 млн атмосфер. Тиски в середині Землі настільки великі, що відтворити їх у лабораторних умовах неможливо, бо за високих тисків речовина може не тільки змінювати свої властивості, а й перетворитися в іншу речовину.

У природі речовина перебуває в трьох станах: твердому, рідкому та газоподібному. В якому стані перебуває речовина середини Землі, поки що невідомо. Однак дані спостережень у лабораторіях свідчать, що тиск може досягати кількох десятків тисяч атмосфер, і при ньому можна вивчати речовини та їхній стан, правда, йдеться про стан речовини лише у верхніх шарах Землі на глибині приблизно 50–60 км.

Лабораторні досліді з різними речовинами за високих тисків дають змогу визначити зміну властивостей речовини. Наприклад, тверді речовини накопичують властивості плинності під високим тиском і за високих температур. Крім того, застосовують техніку лабораторного вивчення речовин під надзвичайним тиском у газі чи воді.

Подібні дослідження доводять, що за високого тиску речовина може переходити в плинний, пластичний стан, особливо при підвищеній температурі. І кожна речовина поводить по-

різному, набуває різних властивостей плинності, пружності в разі комбінування різних співвідношень температур і тиску.

Дія високого тиску і високої температури на речовину в середині Землі призводить її до пластичного стану. Це означає, що речовина в середині астеносфери може перебувати в стані руху за наявності напруження. За таких умов відбувається перебудова атомів унаслідок зменшення радіуса обертання електронів навколо ядра під впливом високих тисків, що, відповідно, приводить до ущільнення речовини. Сам процес перебудови може відбуватись досить швидко в разі досягнення деякого значення тиску. Унаслідок такої перебудови речовини під впливом тиску в 1,5 млн атмосфер могло формуватися ядро в середині Землі. Отже, речовинна оболонка перейшла в іншу фазу, в інший стан тільки під впливом тиску. Що стосується внутрішнього ядра, то про його будову і властивості ще мало інформації.

Силами, що змінюють вигляд земної поверхні, є сили стискання земної кулі під впливом безперервного її охолодження. Температура в середині Землі вища, ніж на її поверхні, і вся Земля за 1с втрачає  $5 \times 10^{10}$  калорій. Втрата тепла відбувається безперервно, тому постає запитання про її компенсацію: йдеться зокрема, про радіоактивний розпад речовин усередині Землі. Однак невідомий у деталях сам процес подачі радіоактивного тепла, спільний тепловий баланс Землі і, що найважливіше, ступінь постійності цього балансу. Крім того, важко припустити, щоб багато мільйонів років надходження тепла дорівнювало витраті. Можливим є припущення, що завжди існувала періодична і неперіодична нерівність у тепловому балансі Землі, а отже, ймовірність стискання Землі в одні періоди життя і розширення в інші.

У періоди стискання Землі виникають могутні горизонтальні сили, під впливом яких відбувається морщення земної поверхні й з'являються гірські складки. Результатом стискання Землі є зменшення її об'єму та радіуса, зсуви і складки окремих частин земної кори. Була навіть спроба визначити, на скільки зменшився радіус Землі. Цілком імовірно, що процес стискання Землі відбувається циклічно, а стискання

залежить від втрати тепла. Однак зі зменшенням об'єму Землі частина тепла буде знову передана Землі, що частково компенсує втрату тепла і зменшить стискання. Об'єм Землі може змінюватись не лише під дією змінного теплового балансу, а й унаслідок зміни стану речовини, зокрема, її щільності у внутрішніх частинах та на поверхні. А тому немає достеменних даних щодо сил, які діють усередині й на поверхні Землі, змін її об'єму внаслідок змін у часі теплового балансу земної кулі.

У мантиї Землі формується схема підкорових течій і циркуляційних потоків. Рухомою силою підкорових течій може бути різниця тиску між континентом і океаном, що спричиняє подолання тягучості, яка існує в речовині.

Літосфера – земна кора з частиною верхньої мантиї до астеносфери. Потужність земної кори, як зазначено, досягає 30–70 км на континентах і 5–20 км під океанами. Під ними на материках лежить гранітний горизонт (за фізичними властивостями подібний до граніту), а ще глибше – гранітно-базальтовий горизонт (фізичні властивості його нагадують базальт). Разом вони утворюють материкову земну кору (Мороз С. А., Оноприєнко В. И., 1985).

Під океанами немає гранітного горизонту або він дуже тонкий – це океанічна кора. Для хімічного аналізу доступні її верхні частини до глибини найбільше 15–20 км. З елементів у земній корі (за О. Ферсманом) вісім мають найбільше поширення; зі 97,2 % складу земної кори кисень становить 49,1, кремній – 26,0, алюміній – 7,4, залізо – 4,2, кальцій – 2,4, магній – 2,4, натрій – 2,2. На інші елементи припадає надзвичайно мала частка відсотка.

Рухи земної кори, зумовлені глибинними процесами, спричиняють тектонічні дислокації (складчасті і розривні). До складчастих тектонічних дислокацій належать антиклінали, синклінали, моноклінали та флексури. Розривними дислокаціями є тектонічні, які пов'язують зі зміщенням блоків поріжських порід, мають розриви (грабени, горсти, скиди, підлоги, насуви, зсуви). Великі грабени, горсти, які простягаються на сотні й тисячі кілометрів, а в глибину – на кілька



кілометрів, називають рифтовими системами. До них приурочені западини найглибших озер.

Серед тектонічних рухів розрізняють горизонтальні та вертикальні. За гіпотезою геофізика А. Вегенера, на початку палеозойської ери на Землі існував єдиний велетенський материк Пангея, який потім розколовся, розійшовся по всій земній кулі, утворивши сучасні материки Північну і Південну Америки, Євразію, Африку, Австралію та Антарктиду. Такі рухи континентальних плит є горизонтальними. У геосинклінальних зонах під час горотворення переважають вертикальні рухи, які вирізняються великою амплітудою і порівняно великою (у геологічному розумінні) швидкістю.

Материкові плити можуть зазнавати також коливальних вертикальних рухів значно меншої амплітуди, які називають епейрогенічними. У цьому разі вони частково або повністю занурюються під рівень мілкого епіконтинентального моря і вкриваються осадовими морськими відкладами, а потім знову стають суходолами. Один край платформи може опускатися, а інший – підніматися. Сучасне опускання узбережжя Нідерландів становить 0,5–0,7 см/рік.

Від повільних рухів земної кори відрізняються раптові стрибкоподібні зміщення поверхні Землі, які називають землетрусами. Вони є результатом пружних хвильових коливань, які виникли в глибинах земної кори або навіть у мантиї і спричиняють масштабні розривні та складчасті деформації земної кори протягом дуже короткого часу. Землетруси призводять до катастрофічних наслідків, величезних руйнувань і загибелі людей. Менші за масштабами вулканічні землетруси, що передують виверженню вулканів і спричинені підйманням магми до кратера вулкана.

Отже, у геосферах Землі – літосфері, гідросфері та атмосфері – відбувається безперервний геологічний кругообіг речовин, зумовлений внутрішніми (ендогенними) та зовнішніми (екзогенними) геологічними процесами. Унаслідок глибинних ендогенних процесів тектонічні рухи піднімають, опускають і зминають у складки цілі блоки земної кори, формуючи рельєф земної поверхні. Поверхневі екзогенні процеси

– геологічна діяльність вітру, стічних вод та льодовиків, а також зумовлені гравітаційними силами зсуви, обвали та осипи – намагаються знівелювати, вирівняти цей рельєф. Виступи рельєфу поступово руйнуються, заглибини заповнюються новоутворені осадові відклади. Крім того, розломами з глибин Землі піднімається розплавлена магма, яка застигає на або біля поверхні Землі у вигляді магматичних порід. Ці породи через нестійкість у поверхневих умовах зазнають звітрювання, вступають у хімічні реакції з водою, киснем, вуглекислим газом гідросфери та атмосфери, перетворюються на нові осадові породи, що перевідкладаються на поверхні Землі внаслідок екзогенних процесів.

Важливою мінеральною основою біосфери є надра. За тривалий геологічний час накопичувалися і зазнавали перетворень велетенські маси гірських порід, родовища біогенних (сформованих за безпосередньою участю живих організмів) корисних копалин, наприклад, вугілля, фосфоритів, нафти. Всі осадові гірські породи, що становлять значну частину земної кори, нагромаджувались на поверхні землі, продукти їхнього підземного перетворення з'являлись на різних глибинах. На них прямо чи опосередковано впливала життєдіяльність організмів. Тому земну кору інколи називають областю колишніх біосфер (палеобіосферою).

Мінеральна сировина посідає провідне місце у всесвітньому господарстві, особливо якщо йдеться про інтенсивний видобуток енергетичних ресурсів (нафти, газу, вугілля), а також поліметалевих руд.

Основними районами морського видобутку нафти і газу є країни Перської затоки, Мексиканської затоки, узбережжя Венесуели, західне узбережжя Африки, акваторія Північного та Каспійського морів.

Із твердих корисних копалин найбільше значення мають родовища металоносних мінералів, алмазів, бурштину, будівельних матеріалів та ін.

Усередині і навколо себе Земля утворює магнітне поле. Єдиний супутник Землі – Місяць, який займає різне положення відносно Сонця і Землі. Сила тяжіння на Землі

зумовлена Місяцем і Сонцем, що породжує припливи і відпливи. Кутова швидкість обертання Місяця навколо Землі менша від кутової швидкості обертання Землі навколо своєї осі, морські припливи, втягнуті Місяцем, зміщуються назустріч обертанню Землі, що гальмує його. Звідси швидкість обертання Землі повільно зменшується. Оскільки Місяць за розмірами менший від Землі, то внаслідок такої взаємодії швидкість її обертання навколо своєї осі сповільнилась настільки, що стала дорівнювати швидкості обертання Місяця навколо Землі і ми бачимо Місяць, повернутий одним боком. До речі, швидкість обертання Землі має незначні сезонні зміни. Щодо вивчення гірських порід, визначення їхнього абсолютного віку використовують свинцевий, гелієвий, аргоновий і стронцієвий методи.

Свинцевий і гелієвий методи ґрунтуються на розпаді ізотопів урану і торію. Кінцевим продуктом цього розпаду є свинець (свинець 206 і 208), який утворюється внаслідок розпаду урану 238 і торію 232.

Аргоновий метод визначення віку полягає в тому, що природний ізотоп калію-40 перетворюється шляхом електронного захоплення в ізотоп аргону-40.

Стронцієвий метод ґрунтується на радіоактивності природного ізотопу рубідію-87. За кількістю продуктів розпаду стронцію-87 можна судити про вік порід.

Радіоактивним елементом є, наприклад, уран, який, розпадаючись, дає радій, що утворює ряд проміжних продуктів розпаду й перетворюється зрештою у нерадіоактивний урановий свинець з атомною масою 206. Подібно до урану, розпад торію теж приводить до утворення свинцю: торієвий свинець має атомну масу 208. Під час радіоактивного розпаду утворюється також гелій. Знаючи швидкість розпаду гелію і свинцю, можна визначити час, протягом якого накопичились ті або інші кількості цих речовин, що утворилися внаслідок радіоактивного розпаду вихідних матеріалів, тобто можна довідатись про вік породи (Калесник С., 1950).

Наприклад, один грам урану, розпадаючись, дає за рік  $1,35 \times 10^{10}$  г свинцю. Звідси для обчислення віку ура-

нової породи треба виявлену в ній кількість уранового свинцю, що припадає на 1 г урану, поділити на  $1,35 \times 10^{10}$  (або помножити на обернене число, тобто на  $10^{10}/1,35 = 7\,400$  млн років).

Тоді, позначивши вік породи через  $x$ , вміст уранового свинцю через  $P_{вм}$ , а вміст урану через  $U$ , отримаємо  $x = P_{вм}/U \times 7400$  млн років.

Аналогічні підрахунки можна виконати і для торієвої руди, що містить торієвий свинець (з урахуванням того, що швидкість утворення свинцю торію менша, ніж урану). Та оскільки в породах найчастіше є і уран, і торій (відповідно, урановий і торієвий свинець), то користуються комбінованою формулою:

$$X = (P_{вм} + P_{вQ}) / (U + 0,38Th) \times 7400 \text{ млн років,}$$

де  $X$  – вік породи;  $P_{вм}$  – вміст уранового свинцю;  $P_{вQ}$  – вміст торієвого свинцю;  $U$  – вміст урану;  $Th$  – вміст торію;  $0,38$  означає, що в розумінні продуктивності свинцю 1 г торію еквівалентний  $0,38$  г урану.

Підрахунки, зрозуміло, не є абсолютно точними, бо в породі може бути свинець і нерадіоактивного походження. Проте порядок величин ці обчислення відображають цілком правильно (Олійник Я. Б., Федорищак Р. П., Щищенко П. Г., 2003).

У відмерлому організмі обмін речовин із зовнішнім середовищем припиняється, і кількість радіовуглецю у відмерлих залишках зменшується за законом радіоактивного розпаду: кожні  $5730$  років ця кількість зменшується у два рази. Знаючи концентрацію радіовуглецю (за даними вимірювань), можна визначити їхній вік (і вік порід, які вони вміщують). Деякі з давніх порід на земній поверхні мають вік  $3$  млрд років (нагадаємо, що вік земної кори – понад  $3,5$  млрд років), а речовина, з якої утворилася Земля, – близько  $5$  млрд років.

Уважають, що в архейській ері з'явилося органічне життя. На жаль, його слідів не залишилося, оскільки організми не мали твердих скелетів, а породи докорінно змінилися, зазнавши метаморфізації.

Суттєві зміни в житті живих організмів відбулися з початком палеозойської ери (близько  $570$  млн років тому). Тоді

набув інтенсивного розвитку рослинний і тваринний світ (Резанов І. А., 1987).

У ранньому палеозої існувала багата фауна хребетних (трилобіти до 75 см) – вимерлі членистоногі, колоніальні морські тварини, корали, молюски, голкові риби, земноводні плазуни, граптоліти. У середині палеозою з'явилися нижчі хребетні: риби, земноводні, плазуни. У пізньому палеозої відбувся значний розвиток флори (папоротеподібні, велетенські хвощі і плауноподібні). Ліси пізнього палеозою сформували запаси кам'яного вугілля. Наприкінці раннього палеозою інтенсивно розвивалися горотворні процеси (каледонська складчастість), а наприкінці ери – герцинська складчастість. У ранньому палеозої (пермський період) розпався обширний материк Гондвана, з якого утворилася Африка, Південна Америка, Австралія, Аравійський півострів та Індостан. Вони вийшли з-під рівня моря (на суходолі з'явилися платформи, наприклад, Руська, Сибірська).

Близько 185 млн років тому впродовж 115 млн років тривала мезозойська ера, переважали головоногі молюски, серед хребетних – плазуни (велетенські динозаври), з'явилися птахи і давні ссавці, відбувся розквіт хвойних лісів.

На межі з кайнозойською ерою (близько 70 млн років тому) зникли велетенські плазуни. Особливо широко розвинулись ссавці та птахи. Всю земну кулю охопили горотворні процеси, формуючи альпійську складчастість, а земна поверхня розділилася на океанічні западини і материки. В четвертинному періоді (близько 1 млн років тому) великі акваторії вивільнили суходіл, який у Північній півкулі (Азії, Європі, Америці) покривався велетенськими льодовиками, з'явилась людина як мисляча істота (Озима М., 1990).

### **Геохронологічна шкала**

Шкала геологічного часу – геохронологічна шкала – відображає послідовність і зіставленість етапів розвитку земної кори й органічного світу Землі (ер, періодів, епох, віків). Послідовність відкладів відображена в стратиграфічній шкалі. одиницям якої (еонотеми, ератеми, системи, відділи, яруси)

відповідають зазначені вище підрозділи геохронологічної шкали. Вчення про хронологічну послідовність формування віку гірських порід, які формують земну кору, називають геохронологією.

Розрізняють відносну та ізотопну (або “абсолютну”) геохронологію. Відносна визначає відносний вік гірських порід, який дає уявлення про те, які відклади в земній корі є молодшими, а які – давнішими (без оцінки тривалості часу). Величезне значення у відносній геохронології має палеонтологічний метод. Він ґрунтується на вивченні захованих у пластах гірських порід скам’янілих решток вимерлих тварин і рослин. Порівняння скам’янілостей різних пластів дає змогу виділити в історії Землі низку етапів із властивим кожному з них комплексом тварин і рослин; відклади, утворені в ці етапи, і стали основою стратиграфічної шкали, а самі етапи – геохронологічної шкали. Загальна стратиграфічна шкала і геохронологічна, яка їй відповідає, останнього відрізка історії Землі – фанерозою (молодше 570 млн років), затверджена на Міжнародному геологічному конгресі в Болоньї 1881 р. З деякими змінами вона збереглася до наших днів. Відповідно до неї, фанерозою поділяють на три ератеми (ери), 12 систем (періодів) тривалістю від 30 до 70 млн років; кожна система (період) розділена на два або на три відділи (епохи). Дрібнішими одиницями фанерозойської шкали є яруси і зони. Найдавнішому з них – кембрійському періоду фанерозою – передував великий за тривалістю інтервал часу. Міжнародної геохронологічної шкали докембрію не висує, але в усіх країнах виділяють два величезні за тривалістю підрозділи – архей і протерозой (з умовною межею між ними в 2 400–2 600 млн років). Архей і протерозой поділяють на дрібніші підрозділи.

Ізотопна геохронологія визначає вік гірських порід, який вимірюють в одиницях астрономічного часу (зазвичай, у мільйонах років). Вік гірських порід обчислюють за вмістом продуктів радіоактивного розпаду в мінералах. Найчастіше використовують уран-свинцевий, рубідій-стронційовий, калій-аргонний-неодимовий і калій-аргонний методи, які ґрунтують-

ся на радіоактивному розпаді урану, рубідію, калію, самарію, відповідно,  $^{235}\text{U}$ ,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{87}\text{Rb}$ ,  $^{147}\text{U}$ ,  $^{147}\text{K}$ ,  $\text{Sm}$ , а для останніх 60 тис. років – радіовуглецевий метод, що ґрунтується на радіоактивному розпаді карбону ( $^{14}\text{C}$ ).

Радіовуглецевий метод використовують для молодих (до 20 000 років) геологічних утворень. Він пов'язаний з атмосферним азотом під дією нейтронів космічних променів, що вступають у ядерну реакцію. У цьому разі ізотоп вуглецю-14 (радіовуглець) радіоактивний з періодом напіврозпаду 5 730 років. Радіовуглець поглинають живі організми. Він бере участь у кругообігу речовин, однак не завдає шкоди через малу концентрацію.

### Концепція катастроф

У сучасній науці зросла зацікавленість до теорії катастроф, початки якої закладені працями Ж. Кюв'є. Природні катастрофи в історії Землі нині розглядають як невіддільну складову так званого нормального функціонування природних феноменів.

Теорії еволюції життя на Землі обґрунтовують даними палеонтології – науки, яка вивчає збережені рештки живих організмів. У палеонтології використовують геохронологічну таблицю часу (дати історії Землі).

Найдавнішу частину історії нашої планети називають криптозоєм. Вона охоплює інтервал від 570 до 3800 млн років тому. В цей період органічне життя перебувало у прихованому стані. Молодшу частину історії Землі тривалістю в 570 млн років назад називають фанерозоєм.

Фанерозой розділений на три ери: палеозойську (ера “давнього життя”), мезозойську (ера “проміжного життя”), кайнозойську (ера “нового життя”). Ери поділяють на періоди. Періоди отримали назву або від місця, де вперше описані викопні породи цього віку, або типових організмів, які належать до цього періоду. Перші живі організми з'явилися на Землі приблизно 3,5 млрд років тому. Це були прості – мікроорганізми. В кембрійський період з'явилися організми більш високорозвинуті. Життя розвивалося головню в морях

і було представлене примітивними ракоподібними, молюсками, коралами. Морські тварини – щиткові риби, морські зірки й інші – з'явилися 450 млн років тому. Якщо зіставити час 3,5 млрд років біоеволюції і 570 млн років від початку кембрійського періоду, то можна вважати, що тварини з'явилися дуже швидко. Життя бурхливо розвивалося в морях в ордовіцький період, 440 млн років тому почало згасати, тому що настало зледеніння. В силурі й девоні життя вперше вийшло на суходіл. Радикальні зміни, що відбулися на планеті, привели до збагачення рослинного світу Землі деревами і кущами; органи розмноження (спори, пилок) зрідка давали насіння. Це відбулося приблизно 360–385 млн років тому. Рослинний світ відтоді став дуже швидко розселятися планетою. Рослини перестали бути залежними від річок та боліт. Насіння, захищене щільною оболонкою від змін клімату, давало змогу зберігати життя рослинного світу, його переносило суходолом щораз далі. Вважають, що сотні тисяч років було достатньо, щоб ліси покрили оголені до того скелі континенту. Кам'яна поверхня змінювалась під дією кореневої системи рослин. Кам'яні шари дробилися, руйнувалися, під дією ерозії звітрювались. Одна з гіпотез розвиває уявлення, що такий процес призвів до катастрофи морів (Озима М., 1983). Відходи життєдіяльності великого лісового масиву річки виносили в моря й океани. Утворювались величезні плантації водоростей, які відмирили, падали на дно, розкладались, водорості поглинали у воді кисень. Рослинний і тваринний світ моря став задихатися від нестачі кисню. Океанське дно опустіло. Доказом цього є чорні шари (засвідчує нестачу кисню) відходів водоростей в осадових породах, які виникли в девонський період.

Пермський період закінчився грандіозною катастрофою. З нею майже закінчилось життя на Землі. За гіпотезою про дрейф континентів, 250 млн років тому існував єдиний суперконтинент – Пангея. Його омивав хвилями океан Тетис. Велика територія Пангеї була покрита лісами. Бурхливо розвивалося рослинне і морське тваринне життя, проте за декілька мільйонів років загинуло 95 % усієї органічної матерії. Була



практично перервана лінія ссавців, крім його єдиного виду – дицинодону, який став пращуром ссавців.

За однією з гіпотез, що пояснює катастрофи, які відбулися 250 млн років тому, її причиною був вибух супернової зірки неподалік від Сонця. Унаслідок вибуху був зруйнований озоновий шар атмосфери Землі, і все живе залишилось беззахисним перед згубним ультрафіолетовим випромінюванням. Інша гіпотеза пояснює катастрофу зледенінням материка, що подорожував на перетині полярної області земної кулі. Інша версія – можливе утворення на поверхні материка базальтового панцера з вулканічної лави. Однією з найдостовірніших вважають гіпотезу про те, що живий світ задихнувся через нестачу кисню, яка виникла внаслідок розкладання мертвої органіки, залишеної океаном при відступі від материка. Цей відступ пояснюють зменшенням води через утворення льодовикових шапок на материку під час проходження Пангеї через полярну область (Озима М., 1990).

Остання в історії Землі глобальна катастрофа відбулася 65 млн років тому. За загальновизнаною гіпотезою, причина катастрофи – велетенський метеорит, який упав на Землю. Маючи величезну швидкість, він залишив “слід” глибиною 20 км. Місце падіння – північний берег нинішнього півострова Юкатан. Метеорит влучив у скелю із сірковмісних кристалів, унаслідок чого в атмосферу було викинуто близько 100 млрд т сірки. Атмосфера була насичена сірчаними сполуками. Крім того, хмара пороху і диму довгі місяці оповивала Землю. Удар метеорита привів у рух мантію Землі. Вона передала ударну хвилю на протилежний бік земної кулі, що призвело до розриву земної кори величезної маси і викиду в атмосферу попелу і, як наслідок, настало багатомісячне похолодання.

Усе, що не загинуло від отруйної атмосфери і холоду, могло загинути від повітряних бур і смерчів. З цією катастрофою пов'язують смерть динозаврів. Із порівняно “легкої” кризи наприкінці тріасу, пов'язаної з всесвітнім зледенінням, динозаври вийшли переможцями, тільки зменшились у розмірах.

## Концепція мобілізму (або гіпотеза дрейфу материків А. Вегенера)

Революція в геологічній науці найповніше відобразилася в традиційних уявленнях про причини рухів і деформацій земної кори. Зазначимо, що впродовж більш ніж двохсотлітньої історії геології як науки (до початку ХХ ст.) вчення про земну кору тісно пов'язане з підстильною її мантією і не здатне на будь-які значні горизонтальні переміщення (вчення фіксисту). Німецький геофізик А. Вегенер вийшов за межі цих уявлень, стверджуючи, що сучасні океани утворились унаслідок розпаду колись єдиного суперконтиненту і зміщення материків на тисячі кілометрів один від одного.

А. Вегенер найповніше розробив гіпотезу дрейфу континентів (гіпотеза А. Вегенера), яку детально виклав у третьому виданні книги “Походження материків і океанів” (1924). Згідно з його уявленнями, переміщення материків відбулося з колись єдиного материка з подібністю окреслення берегів по обидва боки Атлантичного океану. Восени 1911 р. А. Вегенер ознайомився з палеонтологічними даними про минулий сухопутний зв'язок між Бразилією і Африкою, що й підштовхнуло його проаналізувати результати геологічних і палеонтологічних досліджень, які стосуються цього питання.

Наукову діяльність А. Вегенер почав геофізиком-метеорологом: вивчав термодинаміку високих шарів атмосфери, рух холодних полярних мас повітря, актуальність якої в наші дні підвищилась.

Крива відносності розподілу площ висот суходолу і глибин моря дали підставу А. Вегенеру вперше зрозуміти генетичну природу двох чітких ступенів, які позначають положення середнього рівня поверхні континентів і глибин дна Світового океану. Він припустив, що породи, які покривають ложе океану, і континентальні породи принципово різні. Частково материки складаються із порівняно легких порід граніто-нейсового складу, у яких основними є кремній і алюміній. Океанічна кора складається з міцніших елементів – кремнію

і магнію (названа симою). Таке передбачення, досить сміливе для початку ХХ ст., не тільки повністю підтвердилося, а й отримало суттєво важливе для геологічної науки пояснення різноманітного походження земної кори – океанічної та континентальної.

Передбачення про два типи кори дало змогу А. Вегенеру з'ясувати структуру верхньої оболонки Землі. Згідно з цією моделлю легкі материки у вигляді “айсбергів” занурені в пластичну щільнішу речовину симу і плавають у ній. Гіпотезу дрейфу континентів А. Вегенер і його послідовники мотивували геоморфологічними, геологічними, палеонтологічними і палеокліматичними та іншими аргументами.

Найбільш очевидним і сильним аргументом була схожість обрисів континентів по різні боки Атлантичного океану, близькість конфігурацій; підгін країв континентів за найліпшого збігу берегових ліній дав змогу А. Вегенеру передбачити, що наприкінці палеозою всі материки були згруповані разом у єдиний суперконтинент Пангею, який мав дві частини – північну Лавразію у складі сучасних Північної Америки, Європи й Азії (без Індії) і південну Гондвану, яка об'єднувала Південну Америку, Африку, Антарктиду, Австралію та Індію. Така реконструкція отримала сьогодні вагоме підтвердження завдяки близькості геологічних розрізів палеозойських і ранньомезозойських відкладів на сусідніх ділянках нині розділених континентів. Перші розрізнення цих материків з'явилися в середньому і навіть у верхньому мезозої (близько 100–180 млн років тому).

Грунтовним аргументом А. Вегенера щодо існування наприкінці палеозойського часу єдиного континенту Пангеї були і є дані про палеоклімат. Ще на початку століття в Австралії, Індії, Південній Африці і Південній Америці знайдено сліди материкового зледеніння, яке покривало їх 250–300 млн років тому. Льодовикову глину також у середині нашого століття було знайдено в Антарктиді. У разі зміщення всіх цих материків райони покривного зледеніння з'єднуються в єдину область, яку міг покривати льодовиковий купол, трохи

більший від сучасного антарктичного. В Європі відкладалися носії з великою кількістю коралових островів. Вони свідчать про жаркий клімат, наприклад, у районі Північного Уралу, нині близький до клімату полярного кола. Всі ці кліматичні аномалії геологічного минулого мають просте пояснення в разі багатомасштабних переміщень континентів.

Давня верхньопалеозойська фауна і флора південних материків та Індостану заселяла єдиний континент – Гондвану. Викопні рештки однакових видів сухопутних і прісноводних тварин, які свідомо не могли переплисти океан, знайдені на континентах Антарктиди, Африки, Індії, Південної Америки й Австралії. Зокрема, у пермський період на всіх цих континентах значного поширення набули однакові види голонасінних рослин. Таке насіння не могло бути перенесене вітром через обширні океанічні простори. Формування специфічних форм флори і фауни на кожному з сучасних материків Південної півкулі почалося в мезозойський час, що свідчить про поділ єдиного материка саме тоді. На підставі аргументів, які дають палеонтологи, А.Вегенер склав схему об'єднання і розколу континентальних глибин для всього фанерозойського часу – близько 600 млн років. Усі подальші дослідження, і передусім палеомагнітні дані, підтверджували принципову правильність цих побудов.

В аналізі концепції мобілізму А. Вегенера були зазначені і інші ідеї, зокрема, про прогини літосфери під вагою льоду і про розсунення країв материка під дією власної маси. Вагомий внесок цього вченого і в дослідження природи Гренландії, де він і загинув під час експедиції. Викладені уявлення А. Вегенера поступово йшли в забуття, оскільки причину дрейфу материків мобілісти бачили переважно у взаємодії таких сил, як припливи і відпливи Місяця, які виникають завдяки обертанню Землі навколо своєї осі і під впливом притягання Місяця й Сонця. Детальна оцінка концепції мобілізму, опрацьована математиком і геофізиком Г. Джефферсом, засвідчила зміщення континентальних масивів. У моделі дрейфу материків учені не знаходили пояснення зони глибокофокусних розломів. Геологи звернули увагу, що процес утворення

континентальної кори в острівних дугах починається на великих заглибинах і геологічно зв'язаний з загальним процесом еволюції мантії Землі. Це призвело до того, що після смерті А. Вегенера концепція мобілізму мала небагато прихильників. Критикуючи невдалий механізм переміщення материків, опоненти-геологи не могли аргументувати своїх позицій.

У мобілістичних уявленнях для пояснення еволюції земної кори та літосфери беруть за основу горизонтальні рухи. Підводні краї материків унаслідок опору з боку базальтового ложа зминались у складки, чим пояснили, зокрема, утворення гірських ланцюгів Кордільєрів і Анд. На територіях, звільнених материками, залишалась базальтова кора, характерна для ложа океанів.

Такі погляди заперечували геофізики, вважаючи, що припливних і відцентрових сил для руху континенту явно недостатньо. Крім того, у гіпотезі ігноровано роль геосинкліналей у розвитку земної кори. Відродження ідей мобілізму на нових засадах – неомобілізм – відбулося наприкінці 50-на початку 60-х років ХХ ст. з огляду на великі відкриття на дні океанів, зокрема, виявлення планетарної системи серединно-океанічних хребтів і рифтових долин. З'явилась низка нових гіпотез, об'єднаних пізніше в єдину концепцію тектоніки літосферних плит. Ідеться про гіпотезу спредингу геолога Г. Хесса та геофізика Р. Дітца, які доводили, що на дні рифтових долин у серединно-океанічних хребтах періодичні виверження базальтової лави, призводять до розсування блоків літосфери й постійного формування нових ділянок океанічного дна. Дослідники вважали, що певний об'єм базальтової лави, виливаючись через центральну тріщину на дні рифтової долини, розтікається по дну долини і застигає, а наступна за нею розламає застиглу базальтову, розсуваючи дно по обидва боки від осі рифта, і також застигає в тріщині, утворюючи нову базальтову пластину. Процес багаторазово повторюється, нарощуючи в такий спосіб океанічну кору по обидва боки від рифта. Тому наймолодша кора має бути на дні рифтової долини і поступово починає “старіти” в напрямі континентів.

Подальше підтвердження гіпотеза спредингу отримала в працях англійських геофізиків Ф. Вайна і Д. Метьюза. Ученим вдалося вивчити смугові мантійні аномалії вздовж осей серединно-океанічних хребтів. Магнітне поле Землі має здатність змінювати свою полярність через певні проміжки часу, в історії Землі це відбувалось неодноразово. Базальтова пластина, яка, згідно з гіпотезою спредингу, утворюється в рифтовій долині, після застигання намагнічується в тогочасному магнітному полі Землі. Потім пластину розриває новий вибух базальту на дві частини, між якими утворюється нова пластина.

Канадський геофізик Д. Уїлсон спочатку виділив трансформні розломи, якими зміщуються рифтові долини, а далі висунув ідею про розбиту на великі плити літосферу з усіма геологічноактивними зонами – рифтами, океанічними жолобами, молодими гірськими системами, які взаємопов'язані у своєму розвитку. Ці погляди було доповнено уявленням про те, що Земля розділена на низку жорстких літосферних плит, включаючи материки й прилеглі до них ділянки океанів. Плити межують по рифтових долинах серединно-океанічних хребтів, глибоководних жолобах, континентальних рифтах і молодих складчастих горах, окраїнах континентів. Межі добре фіксовані епіцентрами неглибоких та глибокофокусних землетрусів, потовщення молодої океанічної кори відбувається вздовж серединно-океанічних осей у рифтових долинах, а руйнування – на протилежних кінцях плит – у глибоководних жолобах. У них океанічна плита занурюється під континентальну на значні глибини, у мантію (субдукція) (Резанов І. А., 1987).

Горизонтальні переміщення літосферних плит прихильники неомобілізму пояснюють наявністю замкнених конвективних потоків речовини в астеносфері. Ці вчені вважають, що внаслідок радіоактивного нагрівання в певних місцях астеносфери створюються висхідні потоки перегрітої речовини. Підіймаючись угору, потоки досягають охолоджених ділянок мантії, стягуються і розтікаються в протилежні боки, утворюючи в цьому місці зони розтягу і розриву, досягають по-

верхні кори, уздовж них перегріта мантійна речовина може виходити назовні; такі висхідні потоки в астеносфері спричиняють виникнення рифтових зон на поверхні Землі.

Стародавній праматерик Пангея унаслідок тектонічних процесів і рухів земної кори близько 150–200 млн років тому почав розламуватись на частини, праобрази контурів теперішніх материків. Ці частини розходились одна від одної з повільною швидкістю (декілька сантиметрів за рік). Такий процес отримав назву континентальний дрейф, він підтверджує аргументи сучасної концепції неомобілізму. Сутність концепції зводиться до того, що великі частини земної кори (плити) наче “плавають” на порівняно пластичній астеносфері (дрейфують як самі материки, так і величезні області). В окремих місцях земної кори плити насуваються одна на одну, в – інших розходяться, а в проміжку між ними утворюється нова океанічна кора. Вважають, що підняття розігрітого матеріалу мантії, розсуваючи кору, відбувається в так званих рифтах – велетенських осьових западинах поблизу океанічних хребтів.

Є відмінності поглядів неомобілістів (тектоніки плит) і мобілістів: перші вважають, що поверхнею зміщення верхньої оболонки відносно нижньої є не межа між гранітними і базальтовими шарами кори, а межа поділу між астеносферою і літосферою (включаючи верхній шар мантії товщиною декілька десятків кілометрів); крім того, горизонтальних переміщень зазнають літосферні (а не континентальні) брили, включаючи континентальну й океанічну літосфери; сили, які спонукають переміщуватися плити, пов’язують з конвекцією в мантії (а не обертанням Землі) та ін.

В Атлантичному океані це призвело до руху Американського материка на захід, а Євразії на схід від підводного Серединно-Атлантичного хребта, вздовж якого проходить глибокий внутрішній розлом кори. З огляду на такі умови, континентальний дрейф помалу розширює Атлантичний океан.

Вік кори сучасних океанів геологічно достатньо молодий. Він збільшується від рифтової тріщини, де кора ще формується, до периферії океанічної западини. Найдавніша кора в

Північній Атлантиці утворилась близько 180–190 млн років тому, а в Південній – 100–110 млн років тому; у Тихому океані вік найдавнішої кори – близько 200 млн років. Океанічні западини безперервно змінюють свої обриси. Збільшення глибини дна океану від рифтового хребта до периферії відбувається з віддаленням від рифтової тріщини. Профіль рельєфу дна в районі островних дуг має вигляд спряжених між собою морфоструктур, піднятих і опущених усупереч дії сили тяжіння, таких як глибоководний жолоб і океанічний вал.

### **Концепції еволюціонізму і катастрофізму в геології**

Уявлення еволюціонізму про розвиток Землі зумовили ідеї катастрофізму. У Ж. Кюв'є катастрофи є головним, майже єдиним змістом уявлень про розвиток Землі. Він припускав природність причин катастрофи та деяку локальність їхнього прояву й водночас уважав, що живі організми були знищені не на всій Землі, а місцями зберігались, звідки потім розвивалась нова фауна (Озима М., 1990). З погляду сучасної геології і палеонтології в трактуваннях катастрофістів була раціональна ідея про нерівномірність розвитку якісних стрибків у природі. Ж. Кюв'є також працював у галузі семантики тварин, порівняльної анатомії і палеонтології, виявив зв'язок між будовою тварин і палеонтологічними періодами в разі переходу від давніх викопних тварин до новіших, у яких ускладнена будова. Цей факт послугував Ж. Кюв'є основою для катастрофічних змін у навколишньому середовищі. Види, як він уважав, залишаються незмінними.

Ідеї еволюціонізму в геології виношувало багато вчених, проте чітко сформувались вони тільки в середині XIX ст. завдяки працям Ч. Лайєля і Ч. Дарвіна. Погляди Ч. Лайєля були реакцією на уявлення катастрофістів, які не змогли з'ясувати справжні причини виявлених ними змін на Землі. Ч. Лайєль, як і інші еволюціоністи, побачив ці причини в звичайних, повільних процесах: у роботі вітру, річок, морів, у повільному піднятті й опусканні окремих частин суходолу. З підтвердженням прогресивних еволюційних поглядів були відкинуті спрощення й уявлення про катастрофи. З накопи-



ченням нових фактів удосконалилась теорія розвитку Землі, утвердились еволюціоністичні уявлення, що привело до зародження різноманітних неокатастрофічних поглядів. Боротьба катастрофізму й еволюціонізму в ХХ ст. допомогла побачити розвиток у геології як важкий нерівномірний процес. Цей погляд головно підтвердився в геотектоніці.

У літології панує еволюціоністичний погляд на процеси осадоагромадження. Вони відбуваються повільно, а його умови змінюються поступово і в геології прийняті за еталон поступовості й повільності.

Процеси осадоагромадження умовно охоплюють повільні і майже рівномірні формування кори звітрювання, накопичення озерних, лагунних, власне, пелагічних і деяких інших відкладів.

Обвали і зсуви на суходолі, швидка зміна форм рельєфу – з цього починаються прояви землетрусів в осадоагромадженні. Після цього воно триває в інших формах: посилення роботи річок, утворення озер або, навпаки, обміління озер і катастрофічні повені, які переносять тисячолітні норми осадів; змивання з берегів цунамі висотою до десятків метрів велетенських мас матеріалу різного розміру і забирає його на глибину, на яку він не міг би потрапити іншим способом. Обвали і зсуви майже завжди катастрофічні й призводять до накопичення великих мас і товщ, нерідко зім'ятих у складні складки.

Внутрішнім силам передують прості, повільні процеси, наприклад, перезволоження та відтаювання, надмірна кількість опадів. Урагани і смерчі досягають сотень кілометрів за годину. Їхня геологічна робота виражається в абразії берегів і перенесенні на сотні, тисячі кілометрів велетенських мас речовини.

Дюни і бархани формуються тільки під час сильних буревіїв і ураганів. Практично весь алювій долин, а також величезні алювіальні рівнини низових річок накопичуються під час паводків та повеней. Крім річкових і морських повеней, у дельтах виявляються й інші катастрофічні явища, які є більш руйнівними.

## Концепція фіксізму

Прихильники концепції фіксізму вважають незмінним, зафіксованим взаємне розташування континентів протягом геологічної історії Землі. Розвиток Землі як планети фіксиста пов'язують з вертикальними рухами. Зокрема, розробляють гіпотезу глибинної диференціації, згідно з якою основним чинником еволюції земної кори є гравітаційна диференціація речовини мантії, а радіогенне розігрівання відіграє другорядну роль (Р. Ван Беммелен, В. Білоусов) (Друянов В. А., 1993). Активною зоною сучасної диференціації є астеносфера. У разі підвищеної проникності літосфери астеноліти підіймаються по глибинних розломах, виливаються в прогинах, заповнюючи їх осадово-вулканогенними товщами, літосфера втрачає свою проникність, що спричиняє застигання базальтів на глибині, виділення з них флюїдів і тепла. Базальти спричиняють регіональний метаморфізм геосинклінальних товщ, часткове їхнє переплавлення з утворенням гранітів.

Утворення океанів, опускання їхнього дна, на думку В. Білоусова, відбувалося від периферії до центральної осі; цим пояснюють той факт, що кора сучасних Атлантичного та Індійського океанів “молодіє” в напрямі від континенту до осей серединних хребтів. Отже, серединні хребти розглядають як зони, що опускаються під дією обважчення їх інтрузіями з мантії. А материки, які входили до складу великого палеозойського материка Гондвана, з'єднувалися між собою ділянками суходолу, які пізніше опустилися, тобто сучасне положення цих материків залишилося незмінним, зафіксованим протягом усієї їхньої історії. Слабким місцем гіпотези є непереконливість доказів щодо процесів формування океанічної кори, заперечення існування планетарних зон розтягу та стиску тощо.

Украй важлива роль атмосфери Землі у забезпеченні життєдіяльності величезної кількості видів біологічних систем. За газовим складом атмосфера нашої планети містила, голов-но, вуглекислий газ, водень і нагадувала атмосферу Венери або Марса.

З появою близько 3 млн років тому перших водоростей, а потім наземних форм життя первинна вуглеводна атмосфера зазнала змін унаслідок процесів фотосинтезу рослин (як відомо, склад сучасної атмосфери містить 78 % азоту, 21 % кисню, аргону і вуглекислого газу та інших, загалом інертних газів). Такий склад атмосфери характерний тільки для нижнього шару тропосфери, де й міститься головна (понад 90 %) маса повітряного басейну. Вище тропосфери, потужність якої коливається в межах близько 8–9 км біля полюсів планети і до 18 км над екватором, газовий склад зазнає змін: кількість азоту і кисню зменшується, а водню та інших компонентів – збільшується.

Загалом товщина атмосфери Землі перевищує 800 км, та вже на висоті близько 40 км (де закінчується так звана стратосфера) повітряний тиск становить лише 0,8 мм рт. ст., що майже в 1 000 разів менше, ніж на рівні моря. Найцікавішою особливістю стратосфери є так званий озоновий шар, розміщений на висоті від 20 до 30 км. Сфери фотохімічних реакцій на основі ультрафіолетового спектра сонячного випромінювання приводять до створення трьохатомних молекул кисню – озону.

Головною особливістю озонового шару є захисна функція, яку він виконує щодо майже всіх форм біологічного світу нашої планети. Він поглинає велику частину шкідливого ультрафіолетового випромінювання, що надходить до Землі.

### **Передумови розвитку життя на Землі**

Ознаки діяльності живих організмів виявлені багаторазово в докембрійських породах, розсіяних по всій земній кулі. Їхній появі передували процеси, які відбувались за тими ж фізичними і хімічними законами, що діють на Землі й досі. Фізичні та хімічні властивості різних атомів і молекул робили обов'язковим взаємодію між ними. Виникнення життя пов'язане зі складним хімічним перетворенням молекул унаслідок чого ці процеси не мали єдиного і неповторного характеру, а могли відбуватися і, очевидно, відбувалися в неоднакових умовах і на різних ділянках земної поверхні.

Імовірна історія виникнення життя на Землі зазнала тривалої еволюції від атома до молекули, від молекули до полімеру, від полімеру до організму.

Прості молекули на Землі (аміак, метан і подібні з'єднання) повинні були виникати з водню, азоту й вуглецю за наявності вільної енергії. Надалі ці нескладні молекули могли вступати в нові зв'язки між собою та з іншими речовинами. В ході еволюції ставала необхідною участь кисню. В атмосфері Землі кисень міг накопичуватись унаслідок розкладу води і водяної пари під впливом ультрафіолетових променів Сонця (існують припущення про наявність кисню до зародження життя). З накопиченням в атмосфері кисню відновлені з'єднання почали окиснюватись. У деяких випадках під час окиснення утворились метиловий спирт, формальдегід, мурашина кислота тощо, які разом з дощовою водою потрапляли в первинний океан. Ці речовини, вступаючи в реакції з аміаком і ціаністим воднем, дали початок амінокислотам і з'єднанням типу аденін.

Унаслідок таких або близьких до них реакцій води первинного океану насичувались різноманітними речовинами, завдяки чому з простих молекул могли утворитись складніші молекули – білки, ліпіди, нуклеїнові кислоти та ін. Однією з найбільших ланок початкової стадії хімічної еволюції треба визнати властивості до самовідтворення полінуклеотидів з каталітичною активністю поліпептидів. У виникненні життя необхідна була участь як полінуклеотидів, так і поліпептидів. В ускладненні обміну речовин у таких системах значну роль повинні були відіграти каталізатори (різні органічні й неорганічні речовини), поява мембран і мембранної структури, що забезпечило вищий етап хімічної еволюції життя. Біологічні мембрани утворюють агрегати білків і ліпідів, здатні розмежувати речовини від середовища і надати скупченню молекул міцності.

У передбіологічній еволюції коацервати, у яких виникла концентрація певного набору металів і простих органічних речовин, стали основою для переходу до біогенних синтезів. Каталітична активність коацерватів могла бути підсилена й

у разі виникнення комплексів між металами й органічними сполуками. Можливо, відбувався передбіологічний відбір коацерватів з накопиченням спеціальних білковоподібних полімерів, що привело до виникнення циклічного обміну речовин, характерного для живих створінь. У системі коацерватів не виключений і відбір самих нуклеїнових кислот, тобто відбір за генами. Систему з послідовністю нуклеотидів у нуклеїновій кислоті можна називати живою. Щодо походження життя, то одним із загадкових є факт наявності абсолютної (хоральної) чистоти: у живих істот вміст у молекулах білків тільки “лівих” амінокислот, а в нуклеїнових кислотах – “правих” цукрів.

Живі системи організовані так, що РНК із правих цукрів приєднує до себе тільки ліві амінокислоти. Тому виникнення життя, очевидно, було неможливе до руйнування дзеркальної симетрії передбіологічного середовища. Зрозуміло, що йдеться про ймовірність можливих шляхів виникнення життя. Давно відомі бактерії, що проживають у гарячих джерелах, на дні океанів, у шлунку деяких жуйних тварин, які поглинають вуглекислий газ, водень і виділяють метан (метаноутворювальні бактерії); вони мало відрізняються від організмів, які жили на Землі першими.

У проблемі виникнення біологічного обміну на Землі є багато нез’ясованого. Занесене життя на Землю чи воно тут виникло? Відбувся біологічний обмін через коацервантний стан чи первісно виник генетичний код? Вірогідною є можливість виникнення життя з неорганічних речовин за допомогою впливу фізичних чинників середовища і дії передбіологічного відбору.

### **Вивчення життя на Землі на ранніх етапах її розвитку**

Еволюційний розвиток організмів вивчають найрізноманітніші науки. Виявлені рештки рослин і тварин, що існували в давні геологічні епохи на Землі, вивчає палеонтологія – наука, яка досліджує залишки давніх форм життя і зіставляє їх із сучасними організмами, визначає існування вимерлих форм, щоб на цій підставі відновити філогенез як

історичну спадковість рослин і тварин, їхню еволюційну історію. Палеонтології вкрай необхідні відомості й результати досліджень багатьох інших близьких за спрямованістю наук, зокрема біологічні, геологічні, географічні, необхідна допомога історичної геології, стратиграфії, палеогеографії, палеокліматології, порівняльної анатомії та ін. Усе це зумовлено потребою правильно визначити час існування вимерлих організмів, зрозуміти умови їхнього життя й закономірності переходу їхніх решток у викопний стан. У цьому ракурсі важливо виявити гомологію (подібність, що ґрунтується на спорідненні) органів і структури різних видів. Якщо в організмах наявні гомологічні органи, то це є прямим доказом родинних зв'язків цих організмів: усі гомологічні органи мають однакову будову, їхній розвиток починається з аналогічних ембріональних зародків, які займають однакове положення в організмі. Важливе значення для палеонтології має і розвиток таких наук, як функціональна анатомія, а також сам механізм функціонування органів у вимерлих організмів. Для аналізу будови життєдіяльності й умов існування вимерлих тварин учені використовують принцип актуалізму, який детально розроблений одним з найвідоміших геологів ХІХ ст. Ч. Лайєлем. Відповідно до цього принципу, всі закономірності й взаємозв'язки, які можна спостерігати в явищах і об'єктах неорганічного й органічного світу сьогодні, були й у минулі віки. Перервність палеонтологічної картини зумовлена специфічністю умов поховання решток організмів і дуже малою ймовірністю збігу всіх необхідних для цього чинників. Відтворити філогенез організмів, реконструювати відсутні ланки в родовідному дереві, спираючись на палеонтологічні дані і методи недостатньо. Розуміння сутності еволюційного процесу дає змогу виконати причинний аналіз ходу філогенезу. Аналогом теорії еволюції є еволюціоністська, яку називають ще дарвінізмом (від творця теорії природного добору Ч. Дарвіна). Представники цієї науки вивчають сутність, механізми, загальні закономірності і напрями еволюційного процесу. Сама ж наука – теоретична база всієї сучасної біології. Еволюція організмів є особливою формою існування

живої матерії. Еволюція відбувалася в часі і визначити вік місцевості допомагають осадові породи. Давніші породи лежать під пізнішими шарами (Озима М., 1990).

У дослідженнях палеонтологи використовують дані семантики і біогеографії, у тому числі питання походження людини та її еволюції.

Відносний вік шарів осадових порід різних регіонів можна визначити, зіставивши збережені в них викопні організми. Для цього, зазвичай, використовують метод, запропонований англійським геологом У. Смітом наприкінці XVIII – на початку XIX ст. Серед викопних організмів кожної епохи можна виділити певну кількість найпоширеніших видів.

Абсолютний вік осадових порід, тобто часу, що минув від початку їхнього утворення, визначити досить важко. Інформацію про це можна одержати, досліджуючи вулканічні породи, що утворилися із застиглої магми. У магмі треба враховувати вміст радіоактивних елементів і продуктів їхнього розпаду. Відомо, що радіоактивний розпад у таких породах починається з часу їхньої кристалізації з розплавів магми, причому триває він із незмінною швидкістю доти, доки не вичерпаються всі запаси радіоактивних елементів.

Щоб визначити вік породи, необхідно виявити вміст у гірській породі того або іншого радіоактивного елемента та період його розпаду. Для точного обчислення абсолютного віку породи враховують швидкість розпаду, яка є сталою.

Тривале та копітке дослідження відносного й абсолютного віку гірських порід у різних регіонах земної кулі дало змогу визначити основні віхи геологічної історії Землі. Межі між ними відповідають різноманітним змінам геологічного й біологічного (палеонтологічного) характеру. Різного роду геологічні події, наприклад, морська трансгресія тривалість різних епох, періодів і ер неоднакова. Іноді виникають труднощі величезної тривалості найдавніших геологічних ер (археозойської й протерозойської), які, до того ж, не розділені на менші тимчасові проміжки (у будь-якому разі, ще немає загальноприйнятого розподілу). Давні відклади археозою й протерозою зазнали протягом тривалої історії значного мета-

морфізму та руйнування, унаслідок чого стиралися попередні віхи розвитку життя на Землі. Відкладення архейської й протерозойської ер містять надзвичайно мало викопних решток організмів, а тому археозой і протерозой об'єднують під назвою криптозой (етап прихованого життя), протиставляючи об'єднанню трьох наступних ер – фанерозой (етап явного, спостережуваного життя). Вік Землі визначений різними вченими по-різному й дуже приблизно (орієнтовно 5 млрд років).

Археозойська й протерозойська ери тривали приблизно 3,4 млрд років (близько 80 % усієї геологічної історії). У відкладеннях порід цього періоду збереглася лише невелика кількість викопних решток вимерлих організмів. Найдавніші рештки вимерлих організмів учені знайшли в осадових товщах Південної Африки, вік яких становить 2,9–3,2 млрд років. Були виявлені сліди життєдіяльності водоростей (вірогідно, синьозелених), що переконливо доводить: приблизно 3 млрд років тому на Землі вже існували організми, очевидно водорості, відбувався фотосинтез (Озима М., 1990).

Більше вивченою є протерозойська флора, представлена нитчастими формами, які мають різну будову. Також знайдено рештки одноклітинних організмів. Дуже часто в осадових породах вчені відшуковують строматоліти, які підтверджують версію про значне поширення й активну діяльність синьозелених водоростей у фотосинтезі й рифобудуванні (стосуються часу 1–2 млрд років).

Інший найважливіший етап в еволюції життя підтверджений знахідками викопних решток у відкладеннях, що мають вік 0,9–3,0 млрд років. Серед них рештки одноклітинних організмів, у яких вдалося розрізнити внутрішньоклітинну структуру, схожу на ядро; виявлено також стадії поділу одного з видів цих одноклітинних організмів, що нагадують стадії мітозу – способу поділу еукаріотичних (тобто таких, що мають ядро) клітин.

За свідченнями науковців, близько 1,6 млрд років тому еволюція організмів пройшла найважливіший рубіж: був



досягнутий рівень організації еукаріотів. Про перші сліди життєдіяльності червоподібних багатоклітинних можна довідатися з пізньорифейських відкладень. Уже у вендські часи (приблизно 650–570 млн років тому) існували різні тварини; їх можна було зачислити до різних типів. Відбитків м'якотілих вендських тварин украй мало, однак вони відомі у всіх закрутках земної кулі.

Пізньопротерозойська фауна, ймовірно, налічувала три десятки видів найрізноманітніших багатоклітинних тварин, які належать до різних типів. Більшість знайдених форм – кишковопорожнинні (медузоподібні форми та інші організми, які за виглядом нагадують сучасні альціонарії або морські пера). Усі вони, як і подібні тварини едіакарської фауни, не мають твердого кістяка.

Деякі з представників решток червоподібних організмів, яких зачисляють до плоских і кільчастих хробаків, вважають можливими предками членистоногих. У вендські часи існувало велике різноманіття багатоклітинних м'якотілих тварин, значне різноманіття видів, у тому числі й досить високоорганізованих тварин. Припускають, що багатоклітинні тварини з'явилися набагато раніше (близько 700–900 млн років тому).

Склад фауни сильно змінився на межі протерозойської й палеозойської ер. У товщах верхнього протерозою майже не було слідів життя, в осадових породах кембрію, починаючи з найнижчих його шарів, з'явилася величезна кількість і розмаїтість решток викопних організмів – це губки (плечоногі молюски), а також представники вимерлих членистоногих. Наприкінці кембрію виникли майже всі типи багатоклітинних тварин. Такий раптовий стрибок в еволюції живих форм і досі є загадкою.

Очевидно, виокремлення всіх основних типів тварин відбулося у верхньому протерозої (близько 600–800 млн років тому). Припускають, що примітивні представники всіх груп багатоклітинних тварин були невеликими організмами без кістяка. Одночасно в атмосфері тривало нагромадження кисню і збільшувалася потужність озонового шару, що й прив-

ло до збільшення розмірів тіла тварини і появи у них кістяка. Організми одержали можливість широкого розселення на невеликих глибинах різних водойм, що й сприяло зростанню різноманітності форм життя.

### **Особливості сучасного стану геологічного середовища**

Геологічне середовище охоплює гірські породи верхньої частини літосфери, які перебувають під впливом інженерно-господарської діяльності людей. З розвитком людського суспільства антропогенний вплив на геологічне середовище безперервно зростає і змінює природні геологічні процеси, перетворює їх на антропогенні (інженерно-геологічні), які інколи докорінно змінюють навколишнє середовище. В середині ХХ ст. людина, за визначенням В. Вернадського, стала найбільшою геологічною силою на нашій планеті; господарська діяльність людей порушила планетарний геологічний кругообіг речовин і почала спричинювати інженерно-геологічні процеси, сумірні з природними і навіть потужніші від них.

Зазначимо, що геологічне середовище є важливою частиною навколишнього середовища, з ним тісно пов'язані інші природні компоненти глобальної соціоекосистеми. Від складу та будови приповерхневої товщі гірських порід і рухів земної кори залежать особливості рельєфу земної поверхні. Гірські породи безпосередньо впливають на ґрунти і рослинний покрив, що на них розвивається, а посередньо – також і на тваринний світ, клімат, води тощо. З іншого боку, рельєф, клімат та інші фізико-географічні умови впливають на стан геологічного середовища. Палеогеографічні умови, у яких формувалася та чи інша осадова порода, відобразились у її будові та механічному, мінералогічному і фазовому складі, від чого значно залежать міцність і деформативність породи, тобто ті її властивості, які мають особливо важливе значення для інженерно-господарського освоєння геологічного середовища.

Людство використовує геологічне середовище як джерело мінеральної сировини, необхідної для господарства, місце на-

громадження відходів виробництва й основу для спорудження різноманітних будівель та інженерних споруд. Особливо негативно на геологічне середовище впливають гірничодобувна і будівельна промисловості. Лише 10 % мінеральної сировини, яку людина видобуває з надр планети, перетворюється на готову продукцію, решта 90 % забруднює біосферу. Цей процес неупинно прискорюється. За останнє сторіччя з надр Землі добуто більше корисних копалин, ніж за всю історію цивілізації.

За умов, спричинених людиною і відображених у нераціональному використанні геологічного середовища, руйнується не лише це середовище, а й пов'язані з ним інші компоненти біосфери: ґрунтовий та рослинний покрив, зазнають забруднення поверхневі та підземні води, атмосферне повітря тощо. У цьому разі відбуваються не лише процеси механічного руйнування та засмічення навколишнього середовища, а й геохімічного забруднення (як відомо, хімічні елементи в товщі нашої планети розподілені нерівномірно). До тих елементів, які найбільше поширені в приповерхневих шарах земної кори, живі організми пристосувались. Однак людська діяльність піднімає з глибин Землі величезні маси мінералів, збагачених рідкісними хімічними елементами, важкими металами, радіонуклідами, і навіть їхні незначні концентрації небезпечні для живих організмів. Унаслідок видобутку, збагачення та переробки корисних копалин, нагромадження пустої породи та відходів виробництва відбувається концентрація цих шкідливих елементів на значних площах, що спричиняє тяжкі захворювання і навіть масову загибель рослин, тварин та людей.

Пошкодження геологічного та всього природного середовища відбувається вже під час шукання корисних копалин – на стадії геологорозвідувальних робіт. У ході буріння сучасних надглибоких свердловин на поверхню Землі піднімаються великі об'єми гірських порід. Більшість із них захаращує і забруднює місця видобутку (відвали як техногенні відклади зазнають розмивання дощовими і талими водами, забруднюють навколишню територію шкідливими для живих організмів).

мів сполуками). Крім того, під час буріння свердловин часто використовують бурові розчини, до складу яких входять водорозчинні солі, речовини, які забруднюють не лише поверхню Землі в місцях буріння свердловин, а й підземні водоносні та водопроникні горизонти. У процесі буріння глибоких свердловин в атмосферне повітря потрапляють викиди отруйних газів двигунів бурових установок. Зокрема, поверхневі розвідувальні виробки: шурфи, канали, активізують ерозійний процес, спричиняють яроутворення, яке вилучає із сільськогосподарської сфери значні площі родючих земель. У місцях проведення геологорозвідувальних робіт ґрунтово-рослинний покрив, зазвичай, сильно пошкоджують транспортними засобами, забруднюють нафтопродуктами, засмічують виробничими та побутовими твердими відходами.

У ході видобутку корисних копалин діють ті самі чинники руйнування природного середовища, як і під час геологорозвідувальних робіт, проте в значно більших масштабах. У районах видобутку нафти (нафтопромислах) ґрунти забруднюються на глибину 25 см і більше. За умов підземного видобутку твердих корисних копалин над незаповненими відпрацьованою породою місцями починається осідання земної поверхні, яке часто супроводжується заболочуванням земель. Крім того, у випадку видобутку та збагачення твердих корисних копалин на поверхні землі накопичуються величезні маси гірських порід. Ці нагромадження техногенних відкладів у вигляді териконів або відвалів вилучають із природного кругообігу значні площі, а внаслідок розмивання дощовими і талими водами забруднюють навколишнє середовище.

Під час видобутку корисних копалин відкритим способом геологічне середовище порушують насамперед кар'єрами, площа яких може досягати десятків квадратних кілометрів, а глибина – сотень метрів. Руйнування геологічного й усього навколишнього середовища відбувається й у разі видобутку тирки методом її підземного виплавлення. В місцях розташування металургійних і хімічних заводів та інших підприємств, що переробляють мінеральну сировину, відбувається геохімічне забруднення навколишнього середовища, у тому

числі ґрунтів, рослинності, поверхневих і підземних вод, атмосферного повітря, ландшафтів загалом.

Спалювання кам'яного та бурого вугілля, торфу, нафти, газу, горючих сланців веде до збільшення концентрації вуглекислого газу в атмосфері, потепління клімату та інших негативних наслідків. До того ж, у багатьох горючих копалинах наявна в тих чи інших кількостях сірка, унаслідок чого в атмосферу потрапляє сірчистий газ – основний компонент кислотних дощів. Негативний вплив на геологічне середовище має будівництво та експлуатація інженерних споруд.

### **Питання для контролю і самоконтролю**

---

1. Як визначають абсолютний і відносний вік гірських порід?
2. Що вивчає геологія і досягнення яких природознавчих наук вона використовує?
3. Назвіть і розкрийте сутність основних геологічних концепцій.
4. Що таке ендегенний і екзогенний процеси?
5. Чим характеризують мінерали і гірські породи?
6. Що таке геохронологічна шкала?
7. Які основні етапи еволюції Землі?
8. Основні геологічні процеси.
9. Які ви знаєте катастрофи в історії Землі?
10. Чим відрізняється материкова кора від океанічної?
11. У чому суть гіпотези дрейфу материків?
12. Які причини зумовлюють рух плит і материків?
13. Назвіть геологічні особливості сучасної екологічної кризи. Техногенний вплив на геологічне середовище.
14. Проаналізуйте техногенний вплив на літосферу. Простежте зв'язок урбанізації та екології.

**Основна**

1. Багров М. В. Землезнавство : підручник / М. В. Багров, В. О. Боков, І. Г. Черваньов. – К. : Либідь, 2000.
2. Калеснік С. В. Основи загального землезнавства : посібник для геогр. фак. ун-тів і пед. ін-тів / С. В. Калеснік. – К. : Радянська школа, 1950.
3. Сивий М. Я. Геологія / М. Я. Сивий, Й. М. Свинко. – К. : Либідь, 2006.
4. Тутковський П. Загальне землезнавство : підручник для вищих шкіл і для самоосвіти. – К. : ДВУ, 1927.
5. Озима М. История Земли / М. Озима ; пер. с яп. Н. И. Жукова. – М. : Знание, 1983.
6. Озима М. Глобальная эволюция Земли / М. Озима ; пер. с англ. А. В. Шолпо. – М. : Мир, 1990.
7. Олійник Я. Б. Загальне землезнавство / Я. Б. Олійник, Р. П. Федорищак, П. Г. Щищенко. – К. : Знання-прес, 2003.

**Додаткова**

1. Бондарчук В. Г. Геологія для всіх. / В. Г. Бондарчук. – К. : Радянська школа, 1970.
2. Загальна геологія. Практикум : навч. посібник / В. В. Шевчук, О. М. Іванік, М. Д. Крочак, А. Ш. Менасова. – К. : ВГЦ Київський університет, 2005.
3. Друянов В. А. Загадочная биография Земли / В. А. Друянов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Недра, 1993.
4. Мороз С. А. Методология геологической науки : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений, обуч. по геолог. спец. / С. А. Мороз, В. И. Оноприенко. – К. : Вища школа, 1985.
5. Новиков Э. А. Планета загадок / Э. А. Новиков. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л. : Недра, 1980.
6. Резанов И. А. Великие катастрофы в истории Земли / И. А. Резанов. – 2-е изд., перераб., доп. – М. : Наука, 1984.
7. Резанов И. А. История геотектонических идей / И. А. Резанов ; отв. ред. В. М. Цейслер. – М. : Наука, 1987.

## КОНЦЕПТУАЛЬНІ ОСНОВИ СУЧАСНОЇ ХІМІЇ

Хімія – наука про властивості та перетворення речовин, їхній склад і зміни, хімічні зв'язки (молекули, атоми та ін.). Хімічні зв'язки між атомами електронів, що розташовані на зовнішніх оболонках і міцно зв'язані з ядром, називають валентними. Ковалентний зв'язок відбувається завдяки утворенню електронних пар. Іонний зв'язок забезпечує електростатичне притягання між іонами, які утворюються внаслідок повного зміщення електронної пари до одного з атомів.

Хімічний зв'язок зв'язує окремі атоми в складніші утворення (наприклад, кристали, іони). Він відбувається завдяки взаємодії електронних полів між електронами і ядрами атомів у процесі хімічних перетворень. Стійкість хімічного зв'язку нерозривно пов'язана з енергією зв'язку. Загалом хімічна наука вивчає хімічні елементи, їхні властивості, процеси взаємодії та отримання нових речовин.

Певна субординація атомів утворює нову систему – молекули. На атомно-молекулярному рівні існує безліч речовин з їхніми незліченними властивостями. Власне хімія як наука вивчає будову молекул і процеси їхніх змін, які відбуваються під час їхньої взаємодії. Хімічне відображення квантово-механічних взаємодій виражає валентність. Тому й сучасна хімія ставить за мету отримати речовину з заданими властивостями; цьому передують вивчення, походження, отримання речовин з тими чи іншими властивостями. Властивості речовин визначені їхнім складом. Аналітична складова хімії поступово переросла в синтетичну, а отже, розвинуто вчення про хімічні процеси, чинники впливу й управління реакціями.

Склад елементів відображено у періодичному законі, у якому хімічні елементи систематизовані на підставі ідеї залежності властивостей елементів від атомної маси (за Д. Менделєєвим). Отже, ознака елемента визначена його

атомною масою. Хімічний елемент є різновидом атомів з однаковим зарядом ядра (сукупність ізотопів). Ядра, синтезовані під номером 102, і далі є вкрай нестійкими (нестійкість і швидкий розпад – одна з основних ознак цих хімічних елементів). Як відомо, наприкінці ХІХ ст. Дж. Дальтон відкрив закон сталості складу (виражає постійне співвідношення компонентів конкретної речовини). Подальші дослідження звузили закон постійного складу, оскільки виявилось, що хімічні сполуки мають змінний склад, а точніше змінні хімічні зв'язки. Хімічні зв'язки визначені не лише їхньою атомно-молекулярною структурою, а й умовами (наприклад, тиск, температура), у яких відбуваються реакції. На процес перебігу реакції, як відомо, впливають каталізатори (Азимов А., 1983).

Зі 116 відомих нині хімічних елементів загальна масова частка шести із них у живій матерії становить понад 97 % (вуглець, водень, кисень, азот, фосфор, сірка, за прийнятими нині назвами, відповідно, – карбон, гідроген, кисень, нітроген, флуор, сульфур), а кількість сполук сягає близько 3 000 000 (переважна більшість яких – органічні сполуки).

У ході космічної еволюції світу висока температура (як результат радіації) сприяла перебігу хімічних взаємодій. За наявності неорганічних і органічних сполук зростає ймовірність їх поєднання в різних варіаціях. У живій матерії, крім шести названих вище елементів, ще є Na, Ca, K, Mg, Fe, Si, Al, Cl, Cu, Zn, Co, Mn, які виявилися найбільш активними щодо хімічних взаємодій живої речовини. Найбільше поширені на Землі кисень, силіцій, аргентум та ферум. Перелічені елементи відіграли основну роль у формуванні органічних систем (і біосистем). Одним з найвагоміших серед них є карбон як найбільш змінний. Висвітлення хімічної еволюції і перехід від хемогенезу до біогенезу – ще й досі загадка.

### **Методи й концепції пізнання в хімії**

Теоретичному обґрунтуванню хімічних знань передувала тривалий еволюційний розвиток, пов'язаний з їхньою класифікацією та систематизацією. Насамперед появи хімії як на-



уці передували дослідження про склад елементів, їхню структуру, хімічні процеси та еволюцію.

В історії хімії як науки можна виділити декілька етапів:

- алхімії – зі старовини до XVI ст.; дослідження цього періоду спрямовані на пошуки філософського каменя, еліксиру довголіття, а також виявлення перетворень неблагородних металів на благородні (наприклад, золото, срібло);
- зародження наукової хімії протягом XVI–XVIII ст. (теорії Парацельса, теорії газів Р. Бойля, А. Лавуазьє та ін.; теорія хімічних елементів зумовила розвиток прикладної хімії, пов'язаної з виробництвом скла і фарфору тощо; киснева теорія А. Лавуазьє й атомна теорія Д. Дальтона). Хімія вирішувала питання: що відбувається з атомами, що утворюють молекулярні структури; як взаємодіють одні з одними молекули і чи зберігають атоми свої властивості;
- відкриття основних законів хімії припало на першу половину XIX ст.; у цей час виникла і розвивалася атомна теорія Д. Дальтона, атомно-молекулярна теорія А. Авогадро, П. Берцеліус визначив атомні маси елементів, і сформувався основні поняття хімії;
- сучасна хімія розвивається з 60-х років XIX ст.; за цей час створено періодичну класифікацію елементів, теорію валентності, стереохімії, теорію електролітичної дисоціації, електронну теорію матерії та ін. Хімія диференціювалася на неорганічну, органічну, фізичну, фармацевтичну, хімію харчових продуктів, агрохімію, геохімію, біохімію та ін.

Об'єднання хімічних елементів у групи (систематизація знань) на підставі змін властивостей хімічних елементів виконав Д. Менделєєв. Згідно з його розумінням, систему формує будь-яке точне знання. Він не лише відкрив періодичний закон, а й опрацював періодичну систему хімічних елементів, їх у системі репрезентує атомна маса. Значення атомних мас елементів визначають періодичну залежність між собою властивості простих тіл, форми і властивості поєднань еле-

ментів. Першим хімічним елементом було відкрито фосфор (1669), згодом – кобальт і нікель.

Ученню Д. Менделєєва передувала система А. Лавуазьє, згідно з якою місце елемента визначали за атомною масою. Сьогодні місце хімічного елемента визначають за зарядом атомного ядра. А. Лавуазьє увійшов в історію науки як фундатор кількісного методу дослідження, точності проведення дослідів (зважування). Не меншою його заслугою були дослідження процесів горіння і того, що в процесі горіння відбувається поєднання речовин з киснем. Він також підтвердив, що процес дихання – це поєднання кисню з іншими частинами органічної речовини з виділенням (як і в процесі горіння) теплоти. Процес бродіння – розпад сполуки, складеної з С, Н і О, тобто трьох елементів, на спирт і вуглекислоту.

Важливу роль у дослідженнях А. Лавуазьє відіграли результати дослідів Г. Кавендіша, який довів, що гази, які утворюються під час горіння, конденсуються в рідину, яка, як довели аналізи, є лише водою; він синтезував її з “горючого повітря” водню та кисню.

А. Лавуазьє у дослідженнях дотримувався правила, згідно з яким під час хімічних процесів ніщо не виникає і ніщо не зникає, а маса усіх речовин, що беруть участь у процесах, є незмінною. Це правило (принцип) знає нам як закон збереження маси і є одним з фундаментальних у природознавстві, сформованим у “Початковому курсі хімії” (1789).

У хімії отримують речовини з заданими властивостями. Крім того, не менш важливим завданням є дослідження генезису властивостей речовини. Основні підходи у вирішенні цього питання охоплюють дослідження складу речовин (елементного і молекулярного), структури молекул речовини, дослідження термодинамічних та кінетичних умов, за яких відбуваються хімічні процеси; дослідження природи реагентів (каталізаторів), процесів самоорганізації і розвитку хімічних сполук (Соловьев Ю. Н., Трифонов Д. Н., Шамин А. Н.).

В основі становлення хімії як наукової дисципліни є закон збереження маси (повна маса замкнутої системи є сталою). Згідно з цим законом, хімічні перетворення не супро-

воджуються збільшенням чи зменшенням маси речовин, які беруть участь у реакції. Закон сталого стану доводить, що будь-яка хімічна сполука, незалежно від способу отримання, завжди містить певні елементи в однаковому масовому співвідношенні.

Сучасні уявлення про атоми і молекули створила хімія (хімічна анатомістика) Д. Дальтона. Сформований ним “закон кратних відношень” передбачає, що масова кількість одного й того ж елемента, що вступає в реакцію з незмінною кількістю іншого елемента, є між собою в простих кратних співвідношеннях. Цей закон є в основі теорії атомної будови речовини, згідно з якою хімічні властивості речовини визначені її будовою. В процесі хімічних реакцій атоми різних хімічних речовин об'єднуються в молекули.

Отже, закон кратних відношень прямо впливає з теорії атомної будови: якщо між двома елементами існує декілька сполук, то можна вважати, що кожен атом першого елемента з'єднується з одним, двома чи трьома атомами іншого елемента. Атоми одного елемента мають однакову масу, а співвідношення “мас” елементів у сполуках будуть кратні.

Подальший розвиток хімії пов'язаний з дослідженням Д. Дальтона, який виходив з положення про корпускулярну будову матерії, проте, ґрунтуючись на сформульованому А. Лавуазьє понятті хімічного елемента, вважав, що всі атоми кожного окремого елемента однакові й мають певну масу, яку він назвав атомною. Отже, кожен елемент має свою атомну масу, проте ця маса відносна у різних співвідношеннях, оскільки абсолютну масу атомів визначити неможливо. Як умовну одиницю атомної маси елементів Д. Дальтон прийняв атомну масу найлегшого зі всіх елементів – карбону, і зіставив з ним масу інших елементів. Крім того, він склав першу таблицю атомних мас, і вона була найважливішою його роботою (хоча в деяких аспектах вона виявилася помилковою). Основна помилка Д. Дальтона полягала в переконанні, що в разі утворення молекули атоми одного елемента з'єднуються з атомами іншого елемента попарно.

На підставі досліджень і розрахунків у 1826 р. Й. Я. Берцеліус опублікував першу таблицю атомних мас, що вражала високою точністю, причому атомні маси були співвіднесені з киснем, атомну масу якого прийнято за сто (першу таблицю хімічних елементів було впроваджено 1818 р., другу – 1926 р.). Наведені в цій таблиці значення головно збігаються (за винятком атомних мас двох–трьох елементів) з прийнятими в наш час. Й. Я. Берцеліус запровадив символи з атомістики, які означали елементи, формули сполук і хімічні рівняння. Як символ елемента прийнято першу буква його латинської або грецької назви. Так з'явилися хімічні символи елементів, які використовують у всьому світі. Учений розділив усі елементи на органічні й неорганічні. Згодом Р. Бойль експериментально довів, що властивості тіл залежать від їхнього складу; це твердження передувало поясненню існування величезної кількості різних органічних сполук, які якісно різні, проте елементарним складом майже близькі, наприклад, водень, вуглець. Тому дослідники зосередили увагу на структурі молекул (поєднань). Учений вивів закон залежності об'єму газу від тиску і з'ясував, що вплив питомого об'єму газу на його тиск за незмінної температури залишається незмінним (закон Бойля–Маріотта). Р. Бойль, крім багатьох інших відкриттів, запровадив поняття хімічного елемента, визначив склад багатьох із них, описав їхні властивості. Е. Маріотт незалежно від Р. Бойля теж вивів названий вище закон.

Після виведення Гей-Люссаком закону об'ємних відношень об'єми газів, що реагують, співвідносяться як невеликі цілі числа (1:1, 1:2, 1:3).

А. Авогадро сформулював закон, згідно з яким в однакових об'ємах різних газів за однакового тиску й однакової температури міститься однакова кількість молекул. Відносну масу молекул визначали так: якщо в однакових об'ємах газів міститься однакова кількість молекул, то маса молекули пропорційна до питомої маси речовини у газоподібному стані за певного тиску і температури. А тому і співвідношення маси однакових об'ємів цих газів не відрізняється від співвідно-

шення маси молекул. Відносні маси атомів можна визначити, оскільки склад молекули відомий із масових співвідношень між простими речовинами, з яких утворена ця хімічна сполука. Міру кількості структурних елементів (кількість речовини) виражає моль. З модем тісно пов'язаний закон А. Авогадро: моль будь-якої речовини містить одну й ту ж кількість молекул. Цей закон виражає зв'язок між мікросвітом (розміри молекул) і макросвітом (розмірами тіл, що нас оточують).

Згідно з періодичним законом, властивості хімічних елементів залежать від електронної будови конкретного атома, вони закономірно змінюються зі зміною атомного номера. Значена залежність має строгу періодичність і виражає повторюваність типових ознак елементів. Коли створювали періодичну систему, було відомо понад 60 хімічних елементів.

Д. Менделєєв звернув увагу на періодичність зміни валентності в елементів, розташованих у порядку зростання атомних мас, і вважав, що будь-яке точне знання становить систему, в основі якої має бути єдиний систематизувальний чинник; таким чинником він вибрав атомну масу як основну характеристику всіх хімічних елементів. На підставі збільшення і зменшення валентності елементів відповідно до їхньої атомної маси він розділив елементи на періоди (звідси назва "періодична система елементів"). Перший період містить лише один гідроген, у наступних двох періодах є по сім елементів, а далі періоди містять більше семи елементів. Така періодична система впорядкувала і систематизувала елементи.

За принципом Ле Шательє-Брауна, якщо на систему, яка перебуває в термодинамічній рівновазі, впливати ззовні, змінюючи будь-який із її параметрів, що визначають положення рівноваги, то в системі посиляться ті з напрямів процесу, які послаблюють цей вплив, а положення рівноваги зміститься в напрямі послаблення ефекту зовнішнього впливу.

У 1828 р. німецький хімік Ф. Вьолер відкрив штучну органічну речовину – сечовину, що створило передумови для появи синтезів органічних сполук з неорганічних речовин. У другій половині ХХ ст. почала розвиватися еволюційна хі-

мія, яка розглядає проблеми синтезування нових хімічних сполук (каталіз і біокаталіз) – хімії живої природи.

У перспективі завдання хімічних досліджень спрямовані на вирішення завдань маловідходних, безвідходних, енергозберіжних промислових технологій, що пов'язано з біологією та інформатикою.

Речовина – однорідна (гомогенна) цілісність з однаковими фізичними властивостями. Речовини поділяють на прості й складні, з різним агрегатним станом (тверді, рідкі, газоподібні), а за будовою – на аморфні (невпорядковані за структурою) і кристалічні (з впорядкованою періодичною структурою – кристалічна будова). Речовина – складна, глибоко диференційована і багаторівнева система. Атом як система розвивається, ускладнюючись щодо складу і структури до розпаду атомного ядра (Березан О. В., 2009).

Різні зміни і перетворення взаємодіють завдяки речовинам. Якщо будова, склад і властивості речовин не зазнають фізичних змін, то хімічні зміни в процесі взаємодії речовин призводять до змін у складі, структурі і властивостях, на противагу тому стану, який вони мали до взаємодії (наприклад, вугілля згоряє й утворює вуглекислий газ). Чимало фізичних змін супроводжуються хімічними змінами. Під час хімічного аналізу відбувається вивільнення (хімічний розпад) складних речовин на прості, які є основою матерії (живої і неживої) і Всесвіту. Складні речовини найбільше поширені і їх значно менше у вільному стані.

У ході взаємодії двох окремих елементів відбувається утворення складніших речовин з новими властивостями і будовою на противагу властивостям і будові вихідних речовин – це хімічний синтез (наприклад, синтетичні матеріали – каучук, пластмаси). Перемішані вихідні матеріали, у яких не змінили хімічного складу, називають сумішшю. За таких умов окремі хімічні речовини зберігають свої індивідуальні властивості.

Елементи в хімії позначають хімічними символами (Al, B, Fe, ін.). Складні хімічні елементи відображають хімічними формулами ( $\text{HNO}_3$  – формула нітратної кислоти).

Хімічні властивості речовин залежать від їхнього елементарного і молекулярного складу, структури їхніх молекул, термодинамічних і кінетичних умов, у яких речовини перебувають у процесі хімічної реакції, а також хімічної організації речовини.

Дослідження про походження властивостей речовин засвідчили, що властивості тіла не є абсолютними і залежать від того, з яких хімічних елементів ці тіла складені. Найменшою часткою речовини є молекула. У період з середини XVII до першої половини XIX ст. вчення про склад речовини було змістом усієї тодішньої хімії; воно існує і сьогодні.

Є декілька рівнів розвитку хімічних знань про концептуальні, ієрархічні системи, що охоплюють узагальнене знання про об'єкти живої і неживої природи з боку їхнього хімічного вмісту (наприклад, учення про різноманіття часток речовини, про їхню хімічну організацію); уявлення про походження всіх основних типів природних об'єктів та залежність хімічних властивостей природних об'єктів від їхньої структури; загальні закономірності процесів хімічного руху (взаємодія речовин одна з одною і з довкіллям), що охоплює знання про специфічні об'єкти, які синтезують на практиці.

Для розкриття структури молекули і синтезування нових речовин необхідно зв'язати структуру з валентністю. Комбінуючи елементи, можна прогнозувати різні поєднання й керувати процесом синтезу речовин із заданими властивостями.

Зазначимо, що 98,7 % маси шарів Землі становлять – кисень (47,0 %), кремній (27,5), алюміній (8,8), залізо (4,6), кальцій (3,6), натрій (2,6), калій (2,5), магній (2,1). Однак їхній розподіл на Землі різний.

Рівень структурної хімії репрезентують хімічні знання, пов'язані з її структурною складовою як стійкою впорядкованістю якісно незмінної системи, якою є молекула. Структурна хімія досліджує механізми отримання нових хімічних сполук для виробництва високоміцних матеріалів з відповідними якостями; а структурна хімія неорганічних сполук шукає шляхи отримання кристалів у різних умовах.

Еволюційна хімія відображає всю складність переходу процесів з неорганічної матерії в органічну. Основу живих систем становлять такі елементи, як гідроген, кисень, нітроген, фосфор та сульфур. Частка цих елементів у живому організмі – 97,4%. Крім того, для живих систем важливе значення мають натрій, калій, кальцій, магній, ферум, цинк, силіцій, алюміній, хлор, купрум, кобальт.

У Космосі, як зазначено вище, панують два елементи – гідроген (водень) і гелій. Еволюційна хімія вивчає шляхи самоорганізації хімічних процесів, перехід від хімічної еволюції до біогенезу та ін.

З 1814 р., коли було синтезовано щавлеву кислоту, хімію поділяють на органічну і неорганічну. До цього вважали, що подібні поєднання виникають лише в живому, органічному світі. Уся різноманітність у природі, у тім числі живі організми, складена з молекул і атомів.

Хімія — наука про взаємозв'язки кількісних і якісних змін. Першим концептуальним рівнем хімії є пошук елементів. Відомо, що в періодичній системі кожен елемент відокремлений за атомною масою; а заряд ядра визначає номер елемента в системі. Структурні молекулярні відмінності визначають властивості на рівні простих молекул і формують другий концептуальний рівень, дослідження структурних ланцюгів – розкриття генетичного коду ДНК і РНК. Молекулярні структури пов'язують з валентністю, вони охоплюють упорядковані зв'язки і взаємозв'язки між елементами.

Дослідження процесів перебігу реакції (їхня швидкість, температура, тиск та інші параметри) становлять третій рівень, у четвертому досліджують природу реагентів, каталізаторів та інгібіторів.

Зпоміж великої кількості органічних сполук, які існують у природі, незначну кількість втілюють у регулювання білкового синтезу. Звідси ближчою до розуміння загадки життя є концепція самоорганізації. У складних комбінаціях утворення життя, збереження і передавання спадковості, синтезі білка і обміну речовин основне місце посідають ДНК (дезоксирибонуклеїнова кислота) і РНК (рибонуклеїнова кислота).



Фрагмент молекули ДНК фактично є геном, який міститься в хромосомах (генетична інформація від ДНК до морфологічних структур). Перебудова (часткова) структури гена призводить до мутації.

Хімія як наукова дисципліна охоплює неорганічну, органічну, фізичну, аналітичну хімію та хімію високомолекулярних сполук. Провести чіткі межі між цими розділами не завжди можливо. Проте всі вони спеціалізуються (тою чи іншою мірою) в отриманні речовин з певними властивостями і дослідженні походження тих чи інших речовин. Фактично всі хімічні знання, виражені в теоріях, законах, технологічних процесах, мають на меті одержання речовин з необхідними властивостями. Ті, відповідно, залежать від елементарного і молекулярного складу, структури їхніх молекул, умов (кінематичних і термодинамічних), у яких перебуває речовина, і від ступеня хімічної організації речовини. Властивості речовин, як виявилось (якісна розмаїтість), визначені не лише їхнім складом, а й структурою молекул. Знання про елементарний склад речовин є основою знань про структуру молекул. Уся "складність" організації хімічних процесів передувала виявленню проблеми генезису властивостей, а надалі – науки про процеси і механізми зміни речовин, виробництва синтетичних матеріалів. Одержання таких матеріалів можливе за умов, що приводять до самовдосконалення каталізаторів хімічних реакцій.

Сьогодні з'явилися колоїдна хімія, хімія мономерів і полімерів, хімія рідких елементів, хімія природних сполук та ін. Такі та інші напрями досліджень зумовили появу суміжних з хімією наук: біохімія, геохімія, агрохімія, хімічна фізика. З'являються нові галузі, наприклад, нафтохімія, хімія силікатів тощо.

Отже, до основних концепцій сучасної хімії належать закон збереження маси речовини (маси усіх речовин, що вступають у реакцію, дорівнюють масі всіх продуктів реакції). Під час хімічних реакцій відбувається виділення або поглинання енергії, унаслідок чого змінюється маса продуктів речовин. Оскільки зміна маси є незначною, то закон її збереження приблизний. Однак цей закон обґрунтовує кількісний аналіз.

спираючись на який, можна точно визначити склад речовини і послідовність перебігу хімічних процесів (А. Лавуазьє).

Наприкінці XVIII ст. відкрито кількісний закон хімічних перетворень (закон еквівалентів), згідно з яким різні речовини, наділені різною масою, можуть бути еквівалентні за хімічною дією.

Атомно-молекулярна теорія в хімії визначає, що кожен хімічний елемент має певну сукупність ознак і є різновидом атомів. Однотипні атоми утворюють прості речовини і є різновидом елементів у вільному стані. Різнотипні атоми утворюють складну речовину (хімічні сполуки). В хімічних реакціях беруть участь молекули як дрібні електронейтральні частини речовини.

Важливою ознакою атомів є валентність як здатність сполучення з іншими атомами в певних співвідношеннях – еквівалент елемента складної речовини. Речовини реагують між собою в кількостях, пропорційних до їхніх еквівалентів (закон еквівалентів). Цей закон дає змогу спростити розрахунки хімічних процесів.

Закон збереження енергії для хімічних процесів виразив Г. Гесс (тепловий ефект реакції не залежить від кількості й характеру проміжних стадій, а залежить від стану системи (наприклад, початковий, кінцевий)). З ним пов'язаний закон постійності речовин (властивості речовини не залежать від її походження і попередньої обробки). Хімічні зв'язки речовин зумовлені взаємодією між атомами і виникають унаслідок кулонівського притягання між ядрами й електронним зарядом; його розподіл зумовлений динамікою поведінки електронів, що підпорядковані квантово-механічним законам. Одним із важливих понять хімії є "хімічний зв'язок". Виникають зв'язки різних типів, особливо пов'язаних з вуглецем і азотом, подвійні й потрійні зв'язки найміцніші. Процес розщеплення молекул на дві частини називають енергією дисоціації зв'язку в молекулі (енергія необхідна для розриву певних зв'язків). Енергія дисоціації зв'язку і енергія зв'язку в двоатомних молекулах збігаються, тоді як у багатоатомних молекулах вони можуть бути різними. Різновидами зв'язків є іонний (якщо

він виникає внаслідок повного переходу електронів з орбіталі одного атома на орбіталь іншого); ковалентний (коли беруть участь різні елементи, то щільність електронної хмари може зміщуватися в бік того з них, який має сильніші окиснювальні властивості); у донорно-аценторному зв'язку відбувається узагальнення неподілених електронних пар.

За законом дії мас швидкість хімічних реакцій прямо пропорційна до концентрації речовин, що реагують.

Закон розчинності газів: розчинність газу в рідині прямо пропорційна до його парціального тиску, тобто тиску, який би мав газ, якби займав той весь об'єм, що займає його суміш (Дж. Генрі).

Закон розведених розчинів: властивості розчинених речовин змінюються прямо пропорційно до відносної кількості розчинених частин.

Періодичний закон дає змогу виявити зв'язок між усіма хімічними елементами і передбачити раніше невідомі елементи, описати їхні властивості. Періодичність у зміні властивостей елементів зумовлена кількістю електронів в атомі, електронною структурою атома, що періодично змінюється зі збільшенням кількості електронів, які дорівнюють кількості позитивно заряджених частин (протонів) в атомному ряді і порядковому номеру елемента в періодичній системі. А тому властивості елементів, а також властивості утворених ними простих і складних сполук перебувають у періодичній залежності від зарядів їхніх атомних ядер. Основний процес утворення органічних речовин на Землі, що визначає кругообіг карбону, оксигену та інших елементів, з використанням сонячної енергії на нашій планеті називають фотосинтезом.

### Питання для контролю і самоконтролю

1. Опишіть структуру хімії як науки і практичної діяльності людини.
2. Яка роль і місце хімії в системі природа–суспільство?
3. Назвіть хімічні процеси і з'ясуйте основні уявлення про них.
4. Розкрийте сутність основних законів хімії і їхнє використання в практичній діяльності.

5. Яке значення основних положень атомно-молекулярного вчення?
6. Якою ви бачите проблему у симбіозі хімія та екологія?
7. Які хімічні елементи є найголовнішими для життя?

## Список літератури

### Основна

1. Березан О. В. Хімія / О. В. Березан. – Тернопіль : Підручники і посібники, 2009.
2. Гамкало З. Г. Хімія геосфер : лабораторний практикум [для студ. природн. ф-тів] / З. Г. Гамкало. – Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2001.
3. Жак О. В. Загальна хімія : навч. посібник / О. В. Жак, Я. М. Каличак. – Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2010.
4. Кіреєв О. О. Загальна та спеціальна хімія / О. О. Кіреєв. – Харків : УЦЗУ, 2008.

### Додаткова

1. Аналітична хімія поверхневих вод / Б. Й. Набиванець, В. І. Осадчий, Н. М. Осадча, Ю. Б. Набиванець. – К. : Наукова думка, 2007.
2. Бондарчук Ю. В. Посібник з загальної та неорганічної хімії / Ю. В. Бондарчук. – Херсон : ОЛДІ-плюс, 2004.
3. Дмитрів Г. С. Загальна та неорганічна хімія : навч. посібник / Г. С. Дмитрів, В. В. Павлюк. – Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2008.
4. Ломницька Я. Ф. Хімічні та фізико-хімічні методи аналізу в екологічних дослідженнях : навч.-метод. посібник / Я. Ф. Ломницька, Н. Ф. Чабан. – Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2009.
5. Стародуб В. О. Теоретико-групові методи в хімії : навч. посібник / В. О. Стародуб. – Харків : В-во ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2009.
6. Азимов А. Краткая история химии: развитие идей и представление в химии / А. Азимов ; пер. с англ. А. Н. Жамина. – М. : Мир, 1983.
7. Фигуровский Н. А. История химии : учеб. пособие / Н. А. Фигуровский. – М. : Просвещение, 1979.

## **ВИНИКНЕННЯ ЖИТТЯ НА ЗЕМЛІ. ПОЯВА ЛЮДИНИ, ЇЇ СТАНОВЛЕННЯ ТА РОЗВИТОК**

У біології ХХ ст. характерні дві взаємопов'язані тенденції у вивченні явищ життя. З одного боку, сформувалось уявлення про якісно різні рівні її організації: молекулярний (молекулярна біологія, біохімія й інші науки, об'єднані поняттям фізико-хімічної біології), клітинний (цитологія), організмівий (анатомія, фізіологія, ембріологія), популяційно-видовий (екологія, біогеографія). З іншого, – прагнення до цілісного, синтетичного пізнання живої природи привело до прогресу наук, які вивчають певні властивості живої природи на всіх структурних рівнях її організації, серед них молекулярний, клітинний, органо-тканниний, організмівий, популяційно-видовий, екосистемний, біосферний.

Значних успіхів останнім часом досягла молекулярна біологія, що визначила основи спадковості, які виявилися універсальними для всіх організмів (будова ДНК, генетичний код, матричний принцип синтезу біополімерів). Учення про біосферу В. Вернадського як особливу оболонку Землі розкрило масштаби геохімічної діяльності живих організмів, їхній нерозривний зв'язок з неживою природою.

Серед відмінностей живого і неживого найбільш вагомим, притаманним живим організмам є упорядкована складна і високоорганізована структура. Високу упорядкованість живих організмів забезпечує енергія з навколишнього середовища. Живі організми реагують на зовнішні подразнення, змінюються й ускладнюються у розвитку, розвиваються і, що найважливіше, – розмножуються. Структура живого динамічна і лабільна (в будові і зв'язках, в особливостях функцій, у характеристиці й організації процесів, що взаємодіють). Життя є способом існування матерії і функцією самообміну, са-

морегулювання, самовідновлення, нагромадження спадкової інформації. Механізм спадковості та мінливості характерний для всіх видів живої природи; нащадки подібні до предків. Спадкоємність від покоління до покоління передається через гени (дрібні внутрішньоклітинні структури). Усі живі організми пристосовуються до умов свого способу життя. Вони харчуються, дихають, ростуть, розмножуються і поширюються в природі, формують відкриті системи, здатні до самоорганізації і самовідтворення. Живі організми є структурними і системними. З усіх критеріїв життя чи не найважливішою є здатність живих організмів зберігати і передавати інформацію.

Сутність усього живого – це клітина, яка є основною структурно-функціональною одиницею всіх живих організмів – елементарною біологічною системою і першоосновою біології, подібно до кварків у фізиці (які, до речі, не мають внутрішньої структури), атомів різних хімічних елементів у хімічних науках, причому атом є більш стійкою частиною порівняно з кварком. Жива клітина, у якій виявляються основні риси життя, є системою, носієм генетичної інформації.

Фундатори клітинної теорії – вчені-дослідники Т. Шванн та М. Шлейден. Вони довели, що в основі будови всіх живих організмів (рослинних і тваринних) є подібні за складом клітини. Особливості будови і функціонування клітини вивчає цитологія. Сутність клітинної теорії пов'язана з клітиною як елементарною структурною одиницею живих організмів. Клітини одно- та багатоклітинних організмів мають подібну будову, походження, хімічний склад, прояви процесів життєдіяльності; нові клітини утворюються внаслідок поділу материнської; багатоклітинні організми розвиваються з однієї клітини протягом індивідуального розвитку, різні типи клітини формуються завдяки спеціалізації.

Організми бувають неклітинними, одноклітинними, колоніальними та багатоклітинними. Одноклітинний організм є самостійним цілісним організмом. Неклітинний організм, що приблизно в 50 разів менший від бактерій, – це віруси. Колоніальний організм складається з багатьох клітин одного або кількох типів. Кожен одноклітинний організм виконує всі

життєві функції за допомогою органел чи інших клітинних структур. Колоніальні – об'єднані, однак кожна клітина його може функціонувати як окремий організм. У багатоклітинних організмів кожна з клітин пристосована до виконання лише однієї чи кількох певних функцій у складі певних тканин, які, відповідно, утворюють органи. На клітинному рівні прояви життєдіяльності (дихання, виділення, транспортування речовин, рух, регулювання обміну речовин) фіксують лише частково. Життєві процеси в багатоклітинних тварин регульовані нервовою, ендокринною та імунною системами, в інших (гриби, рослини) – різноманітними біологічно активними речовинами.

У багатоклітинних організмах клітини видозмінені і взаємодіють тісно між собою, кожен багатоклітинний організм діє як одне ціле. Клітини забезпечують передавання інформації. Вони багатоманітні: час їхнього існування різний, як і різні їхні розміри, – від тисячної частки сантиметра до 10 см. Клітини утворюють тканини, а ті – органи (легені, серце) і системи органів. Процес обміну клітини з навколишнім середовищем називають метаболізмом клітин; він забезпечує збереження стабільності, стійкості умов середовища клітин (гомеостаз). Гомеостаз виражає постійність складу клітин, підтримувану обміном речовин.

До неклітинних організмів, як зазначено, належать віруси. Прикладом з нетиповими клітинами (без ядра) є прокаріоти (бактерії, синьозелені водорості). Серед клітин виділяють прокаріотні та еукаріотні. Саме керування внутрішньоклітинним обміном перебуває в ланцюгах молекул нуклеїнових кислот (ДНК, РНК), їхньою вихідною одиницею є ген, у якому зафіксовано інформацію, коди, що визначають характер усієї діяльності клітини щодо обміну речовин. У клітині містяться синтезовані молекули РНК; усі їхні функції відбуваються в цитоплазмі. Молекули РНК мають незначну молекулярну масу (порівняно з ДНК) і проникають через оболонку ядра клітини. Вони слугують матрицею в ході “збирання” білкової молекули з амінокислот. Інший вид РНК транспортує амінокислоти до місця збирання (до рибосом), його називають

транспортною РНК (близько  $\frac{1}{4}$  від загальної кількості РНК). Молекули РНК приєднують вільні амінокислоти, активізують їх, переносять до рибосоми. Білкові молекули РНК, виконавши свою функцію матриці (шаблону), розпадаються на вільні нуклеотиди.

Клітини багатоклітинних організмів відрізняються за будовою та функціями. У більшості багатоклітинних рослин виникають тканини. Їх формує група клітин, подібних за будовою, походженням, структурно і функціонально пов'язаних між собою (будову, функції тканин вивчає гістологія) (Біологічний словник, 1986).

Тканини вищих рослин беруть початок від твірної тканини – меристеми. Тканини тварин утворюються із зародкових листків (екто-, мезо-, ентодерми) під час розвитку зародка. Головною відмінністю є те, що тканини у тварин складаються не лише з клітин, а містять міжклітинну речовину та інші структури, які є продуктами їхньої життєдіяльності. Тканини рослин можуть мати мертві клітини.

Органи, що виконують пов'язані між собою функції, утворюють в організмі тварин системи органів (кровоносну, нервову тощо); в одній системі органи можуть або послідовно з'єднуватись між собою (органи кровоносної, дихальної систем) або розташовуватись окремо (органи ендокринної системи).

Тимчасово об'єднані органи різних систем для виконання певної функції можуть утворювати функціональну систему органів (наприклад, під час виконання важкої фізичної роботи скоординовано функціонують опорно-рухова, дихальна, кровоносна, нервова системи).

У рослин існують підземна (корені) та надземна (бруньки, стебла та листки) системи органів.

Усі організми є відкритою системою, яка потребує постійного надходження ззовні енергетичного матеріалу, поживних речовин, виділення назовні продуктів метаболізму.

Органи багатоклітинних організмів поділяють на вегетативні (забезпечують основні процеси, необхідні для підтримання життєдіяльності організму: обмін речовин, рух, ріст) та генеративні (забезпечують процеси розмноження).



Багатоклітинні тварини та рослини відрізняються за способом живлення.

Автотрофні організми продукують органічні речовини з неорганічних. Рослини отримують з ґрунту (водні розчини мінеральних солей) та повітря (вуглекислий газ) необхідні для процесів біосинтезу речовини, використовують енергію світла. На відміну від тварин, рослини ведуть переважно прикріпленій спосіб життя, не мають нервової системи, органів чуття, травної, дихальної, видільної систем. Гетеротрофи синтезують органічні речовини з готових органічних. Багатоклітинні тварини використовують різні джерела живлення, багаті на органічні сполуки. Тварини мають різні системи органів: органи чуття, нервову, опорно-рухову. Це сприяє інтенсифікації обміну речовин і перетворенню енергії, забезпечує активний спосіб життя. Теплокровні тварини (птахи, ссавці) втратили залежність температури тіла від умов довкілля.

Живі організми на популяційно-видовому рівні утворюють сукупність видів і популяцій. На цьому рівні реалізується біологічний еволюційний процес. Популяцію становить сукупність особин одного біологічного виду, яка живе на спільній території протягом багатьох поколінь. Для популяцій характерна чисельність (загальна кількість особин у популяції); щільність (кількість особин на одиницю простору); народжуваність і смертність та динаміка. Формами організації популяцій залежно від способу життя є поодинокі особини, сімейний (особини утворюють пари), зграйний, стадний та колоніальний способи життя. Один із його різновидів – прайди (окремих прайд – один самець, дві–три самки та декілька особин молодняку).

У кожній популяції особини виконують різні функції. Між ними постійно відбувається обмін інформацією. Інформаційні процеси відображають специфічний механізм формування та підтримання цілісності популяції. Цілісності популяції сприяють екологічні чинники, тобто умови середовища, які здатні прямо чи опосередковано впливати на живі організми та характер їхніх взаємовідносин. З групи чинників похо-

дження виділяють такі: абіотичні – зумовлені дією неживої природи, зокрема, кліматичні (температура, світло, сонячна радіація, вода, вітер, кислотність, солоність, вогонь, опади), орографічні (рельєф, експозиція схилу) та геологічні; біотичні – дія одних організмів на інші, включаючи всі взаємовідносини між ними; антропогенні – вплив на живу природу життєдіяльності людини.

Адаптації – це пристосування або засоби, за допомогою яких організм взаємодіє з середовищем для підтримання гомеостазу і забезпечує безперервність існування в часі через потомство. Один і той самий чинник, залежно від кількості й сили дії, може мати протилежне значення для організму. Наприклад, підвищення або зниження температури за межі пристосувальної здатності організму призводить до загибелі. Адаптивні можливості різних організмів розраховані на їхнє різне значення. Наприклад, більшість прісноводних риб гине, потрапивши в морську воду, а морські риби гинуть у разі зниження солоності води.

Екосистемний рівень формує сукупність організмів різних видів, які взаємодіють між собою і з фізичним та геохімічним середовищем існування, унаслідок чого виникає потік енергії, що створює ланцюги живлення і забезпечує колообіг речовин усередині системи. Отже, потік енергії та колообіг речовин усередині екосистеми забезпечують її функціонування й обмін речовинами між абіотичною (неживою) та біотичною (живою) частинами екосистеми.

Оскільки біогеоценоз – це сукупність популяцій різних видів, і вони взаємодіють із фізичним середовищем існування, то в ньому виділяють біотичну (сукупність взаємопов'язаних живих організмів – біоценоз) та абіотичну (умови фізичного середовища існування) частини.

До абіотичної частини входять неорганічні сполуки (вуглекислий газ, кисень, азот, вода, сірководень), які включаються у біогенну (тобто за участю живих істот) міграцію речовин; органічні сполуки (залишки організмів чи продукти їхньої життєдіяльності), які зв'язують між собою абіотичну та біотичну частини біогеоценозу; крім того, умови існуван-

ня організмів визначає кліматичний режим, або мікроклімат (середньорічна температура, вологість, рельєф місцевості).

Біотичною частиною біогеоценозу є різні екологічні групи популяцій організмів, поєднані між собою трофічними та просторовими зв'язками: продуценти – популяції автотрофних організмів, здатних синтезувати органічні сполуки з неорганічних (автотрофні прокаріоти, водорості, рослини джгутикові, вищі рослини); консументи – популяції гетеротрофних організмів, які споживають інші організми або мертву органічну речовину (фітофаги, хижакі, паразити, сапротрофи); редуценти – популяції організмів, які живляться органічною речовиною залишків чи продуктів життєдіяльності організмів, розкладаючи її до неорганічних сполук (бактерії, гриби, тварини-копрофаги, некрофаги, детритофаги).

Становлення певного біогеоценозу є процесом, у ході якого живі організми різних видів адаптуються один до одного, а також до умов середовища існування. Під час розвитку біогеоценозу ускладнюється його структура, формуються такі властивості, як цілісність, стійкість, здатність до самовідтворення та саморегулювання.

Цілісність біогеоценозів забезпечена тісними взаємозв'язками організмів між собою та середовищем існування неживої природи, яка впливає на життєдіяльність організмів. Унаслідок взаємодії живих організмів між собою та з фізичним середовищем виникають потоки енергії та колообіг речовин, які зв'язують складові у єдину систему.

Між популяціями різних видів, які входять до складу певного біогеоценозу, виникають складні й різноманітні взаємозв'язки; вони можуть бути більш або менш тісними, їхня сукупність забезпечує функціонування біогеоценозу як єдиної цілісної системи та його саморегулювання. Різноманітніші й розгалуженіші взаємозв'язки формують стабільніший біогеоценоз. Рівень видового різноманіття прямо визначає рівень гомеостазу біогеоценозу.

Біосферу заселяють живі організми, займаючи верхню частину літосфери, усю гідросферу та нижній шар атмосфе-

ри. Це сукупність усіх біогеоценозів на Землі, єдина глобальна екосистема вищого порядку.

Термін “біосфера” ввів австрійський геолог Е. Зюсс 1875 р. Сукупність живих організмів відповідає концепції біосфери, вчення про яку, як глобальну систему нашої планети, обґрунтував В. Вернадський. Учений поширив це поняття не лише на живі організми, а й на довкілля (середовище життєдіяльності). Він створив учення про роль живих організмів та їхню діяльність. Основні принципи організації біосфери (за В. Вернадським) зводяться до наявності геохімічної енергії живого. З-поміж живих організмів у ході еволюції виживають ті із них, які якнайліпше збільшують біогенну геохімічну енергію в ході своєї життєдіяльності. В. Вернадський кількісно оцінив розміри живої речовини в біосфері і сформував принцип, згідно з яким кількість живої речовини в біосфері впродовж усієї історії Землі була практично незмінною. Людина вносить у розвиток біосфери такі зміни, з якими та не справляється. Стабілізаційні функції біосфери дедалі слабшають.

На думку В. Вернадського, жива речовина сформувалася як сукупність складних живих організмів. Первинні з них створили біохімічні і біологічні передумови для складніших. Живі організми є провідниками міграції хімічних елементів у земній корі.

За іншою версією, біосфера сформувалася на певному етапі розвитку Землі після появи гідросфери й атмосфери.

Живим організмам для перебігу біохімічних процесів необхідні речовина та енергія, які вони отримують з навколишнього середовища внаслідок постійного і безперервного обміну з довкіллям, різні хімічні елементи надходять у живі істоти, можуть у них накопичуватись. Постійний колообіг речовин і потік енергії забезпечує функціонування біосфери як цілісної системи. У процесі діяльності біосфери жива речовина (продуценти) здатна накопичувати сонячну світлову енергію, перетворюючи її в енергію хімічних зв'язків. Сумарна первинна продукція автотрофних організмів визначає біомасу біосфери загалом. Учені підраховали, що завдяки

фотосинтезу щорічно жива речовина Землі продукує близько 160 млрд т сухої органічної речовини, з якої приблизно 1/3 синтезують біогеоценози Світового океану, а 2/3 – суходолу.

Жива речовина (продуценти) біосфери виконує різноманітні функції: газову, окисно-відновну, концентраційну, які пов'язані з процесами обміну речовин живих істот. Живі організми в процесі життєдіяльності впливають на газовий склад атмосфери, Світового океану та ґрунту. Всі аеробні істоти під час дихання поглинають кисень і виділяють вуглекислий газ, тоді як зелені рослини та ціанобактерії в процесі фотосинтезу, навпаки, поглинають вуглекислий газ і виділяють кисень. Життєдіяльність організмів, наприклад, бактерій може впливати на концентрацію інших газів (сірководню, метану, азоту). Окисно-відновна функція відбувається у ґрунті, воді та атмосферному повітрі (залізобактерії здатні окиснювати сполуки заліза, сіркобактерії – сполуки сірки, наприклад, денітрофікувальні бактерії здатні відновлювати нітрати та нітрити до молекулярного азоту або його оксидів). Концентраційна функція є наслідком поглинання живими істотами певних хімічних елементів з навколишнього середовища і накопичення їх в організмах. Наприклад, молюски, форамініфери, десятиногі раки, хребетні тварини можуть накопичувати в організмах неорганічні сполуки кальцію та фосфору, радіолярії – стронцію та кремнію, бурі водорості – йоду та ін.

Структурні рівні живого є об'єктом вивчення кожної окремої біологічної науки. Зокрема, молекулярний рівень вивчає молекулярна біологія, генетика; клітинний рівень є об'єктом для цитології, мікробіології; анатомія та фізіологія вивчають життя на тканинному та організмовому рівнях; зоологія і ботаніка, мікро- і мікобіологія – популяційно-видовий рівень; а екологія – біоценотичний та біосферний рівні.

На Землі, за різними даними, існує близько 500 тис. видів рослин і від 1,0 до 1,5 млн видів тварин (зокрема хребетних – 70 тис., птахів – 16 тис., ссавців – понад 12,5 тис.). Сьогодні на Землі налічують приблизно  $1,5 \cdot 10^6$  описаних видів. Зазначені види охоплюють:

- царство тварин – близько 1,5 млн, з них хордові, риби, плазуни, птахи, ссавці – 43 тис.; членистоногі (павукоподібні, ракоподібні, комахи) – 838; молюски – 107; голкові (морські їжаки, зірки) – 6; кільчасті черв'яки – 8,5; плоскі черви – 12,7; прості (одноклітинні) – 30 тис. та ін. Для тварин характерний активний рух і тип живлення. Джерелом енергії для них є органічні речовини інших організмів, оскільки вони не можуть перетворити сонячну енергію;
- царство рослин – 328 тис., за іншими даними – близько 500 тис., з них квіткові – 286 тис., голонасінні (переважно шпилькові) – 640; папоротеподібні – 10, мохоподібні – 23, зелені водорості – близько 53, бурі і червоні водорості – 3,4 тис. Більшість рослин, які синтезують органічні речовини, використовують сонячну енергію і є фотосинтезувальними організмами;
- царство грибів – 40 тис. особин з гетеротрофним типом харчування;
- царство монери (одноклітинні організми – бактерії і синьозелені водорості) охоплюють так звані прокаріоти – понад 3 тис. представників;
- віруси – неклітинні форми життя – не менше 200. За деякими підрахунками загальна кількість видів, що населяли земну кулю, сягає декілька мільярдів. Сьогодні вчені виділяють від 23 до 27 царств.

Взаємодію окремих видів з середовищем вивчає аутокологія. Основні поняття аутокології – популяція, місцезнаходження, екологічна ніша. Синєкологія досліджує угруповання або біоценози, екологія – взаємозв'язки в ланцюзі особина–популяція–вид–біоценоз–біогеоценоз–біосфера. Біосфера є єдиною системою живого і неживого.

У біології з колобігом речовин пов'язана піраміда харчування. Процес харчування виражає сукупність трофічних рівнів. Нижчий рівень займають автотрофні організми (здебільшого рослини), які харчуються неорганічними сполуками. Гетеротрофні організми споживають біомасу рослин.

Одним з важливих принципів екології є принцип стійкості і рівноваги (між видами), утім числі загальної рівноваги в природі, проте ця рівновага не статична, а динамічна. За таких умов розвиваються не лише організми і види, а й екосистеми (розвиток екосистем – сукцесія – процес розвитку угруповань певного району). Сукцесія охоплює стадії розвитку, стабілізації і клімаксу.

Концепцію ноосфери треба розглядати як посилене вторгнення людини в природні біохімічні цикли, що приводить до більш зваженого і цілеспрямованого контролю людини над глобальною біохімією. Ця концепція – один з можливих варіантів взаємодії людини і природи, конструктивна модель майбутнього, у ній людину розглядають як розумну істоту. Наразі ж людство рухається зовсім не до ноосфери, “сама суть поняття ноосфери – віра в покликання людей, які повинні змінити біосферу за допомогою науки і техніки” (П. Тейяр де Шарден); однак схильність до віри виходить за межі розуму.

У процесі розвитку людського суспільства закономірно поглиблювався і посилювався вплив людини на біоценози і біосферу загалом. Цей вплив супроводжувався погіршенням екологічної ситуації внаслідок забруднення природного середовища промисловими відходами і хижацьким використанням природних багатств, що призвело до деградації біогеоценозів, зниження їхньої біологічної продуктивності, зникнення рідкісних біологічних видів. Розвиток цивілізації поступово переводить біосферу в ноосферу, що залежить від цілеспрямованої діяльності людства. Для цього потрібно організувати раціональне ведення і природоохоронне регулювання всіх галузей господарства, а також застосування в промисловості безвідходних технологій. Формування ноосфери – об’єктивний закон розвитку природи і суспільства (Голубець М. А., 1997).

Біологічна еволюція на Землі триває завдяки природному добору, унаслідок якого з’явилась нескінченна кількість форм живих організмів. Історію Землі, як уже зазначено, поділяють на ери і періоди; вони означають великі геологічні події, пов’язані з історією планети як космічного тіла. Сьо-

годні більше з'ясований генезис найдавніших просторів земної кори – платформ, менш зрозумілі причини переміщень речовини мантії Землі, що викликають гороутворення, зміни обрисів материків, коливання рівня океанів та інші процеси. Зазвичай такі зміни зберігаються з рухом і розломами земної кори, посиленням вулканічної діяльності, під час якої із земних надр в атмосферу потрапляє велика кількість різних газів і попелу. У минулому це призвело до змін прозорості атмосфери, зменшення кількості сонячної радіації, яка потрапляла на поверхню Землі, що стала однією з причин зледеніння. Великі льодові щити, що вкривали велетенські земні простори, значно змінювали тваринний і рослинний світ планети. Одні групи організмів вимирали, інші зберігались і в міжльодовикові епохи та досягали розквіту (Кузьменко Л.П., 2008).

Еволюція на нашій планеті тісно пов'язана з процесами, які відбувалися і відбуваються у Всесвіті, й сягає мільярди років. Еволюційною одиницею в біології є популяція; вона створює екологічну, морфологічну і генетичну єдність. Питання про походження життя на Землі складне і неоднозначне; живі тіла відтворюють самі себе (механізм самовідтворення), наявність обміну речовин, здатність до росту, розвитку, руху, подразнення, пристосування до середовища.

Біологічні системи живі, на відміну від фізичних (неживих), здатні до розвитку і самовідтворення. І це є засадничою теорією біології. Основними концепціями виникнення життя на Землі вважають такі: життя створене Богом (концепція креаціонізму); життя – позаземного походження (панспермія); життя існувало завжди (неоанімізм); віталізму (теорія стаціонарного стану); життя виникло і розвивалось само по собі (еволюціонізму). Однією з концептуальних засад щодо походження життя на Землі є ідея про те, що життя з'явилося внаслідок хімічних та фізичних процесів (біохімічна еволюція). Концепції креаціонізму дотримуються послідовники найпоширеніших релігійних учень. У книзі Буття (Біблії) світ, усі живі організми Землі створені за шість днів. На відміну від науки, у якій можливий експеримент, істину релігія



осягає божественним одкровенням і вірою. У цьому контексті здобутки науки поки що недостатні.

Згідно з цією теорією, життя виникло внаслідок дії розуму в минулому; її дотримуються послідовники майже всіх найбільш поширених релігійних навчань. Внаслідок ряду експериментів доведено правильність теорії біогенезу і теорії самозародження. Однак підтвердження теорії біогенезу породило іншу проблему. Якщо для виникнення живого організму необхідний інший живий організм, то звідки ж узявся перший живий організм? Чи було це первинним самозародженням?

Відповідно до теорії панспермії, життя з'явилося поза Всесвітом. Появу життя теорія фактично не з'ясовує. Однак припускає, що життя могло з'явитися неодноразово в різних місцях Галактики, проте в межах Сонячної системи життя поза Землею практично не існує.

Концепція панспермії не пропонує обґрунтованого механізму щодо пояснення первинного виникнення життя і висуває ідею про її неземне походження. Тому її не можна вважати теорією виникнення життя як такого; вона просто переносить проблему в якусь іншу частину Всесвіту.

За теорією панспермії, життя могло виникнути один або декілька разів у різний час у різних частинах Галактики або Всесвіту. Для обґрунтування цієї теорії використовують багаторазові появи НЛО, наскельні зображення предметів, схожих на ракети і "космонавтів", а також повідомлення про "зустрічі" з інопланетянами. Дослідження в Космосі дають підстави припускати про малоймовірність виявлення життя в межах Сонячної системи, вони не подають ніяких відомостей про можливе життя поза цією системою.

Фактично теорія катастроф, яку розробив Ж. Кюв'є, була протиставлена ідеї Ж. Ламарка про неперервний еволюційний розвиток живої природи. Ж. Кюв'є застосовував порівняльну анатомію і палеонтологію, працював у галузі семантики тварин, йому належить принцип "кореляції частин організму", згідно з яким будова будь-якого організму закономірно співвідноситься з будовою всіх інших органів.

Ж. Кюв'є виявив зв'язок між будовою тварин і їхніми викопними рештками, які він пов'язував з катастрофічними змінами в доквіллі. Наприклад, як на доказ раптовості змін він посилався на виявлені в сибірських мерзлотах (льодовиках) трупи мамонтів (засвідчують про різкі зміни клімату та настання різких похолодань і смерті одночасно). Про це Ж. Кюв'є написав у трактаті “Міркування про перевороти на поверхні Земної кулі” (1812). Він також уважав, що види незмінні, що зниклі види були такі ж постійні, як і сучасні. Цю тезу він підтверджував тим, що перехідних форм видів не знайдено.

На підставі даних палеонтології – науки, що вивчає рештки викопних істот, – ґрунтується теорія еволюції життя на Землі. Це життя взяте за основу геохронологічної шкали в геології: найдавнішу історію планети називають криптозоєм (від 570 до 3 800 млн років тому), період у 570 млн називають фанерозоєм. Фанерозой розділений на палеозой, мезозой, кайнозой, які називають ерами, а ті, відповідно, на періоди. Живі організми (мікроорганізми) на Землі з'явилися близько 3,5 млрд років тому; шлях біоеволюції – 570 млн років з початку кембрійського періоду, в окремі періоди простежувалось загасання життя. Наприклад, в ордовицький період (440 млн років тому) настало зледеніння. А в силурі і девоні життя поширилося на суходіл, 360–385 млн років тому з'явилися дерева і кущі. Життя в океанах опустіло. Зокрема, в девоні є чорні шари залишків водоростей в осадових породах (чорний колір свідчить про нестачу кисню).

У пермський період, згідно з дрейфом континентів (250 млн років тому), життя на Землі майже припинилося. Єдиний континент – Пангею – покривали ліси, омивали хвилі океану Тетис. Версії катастрофи, що тоді відбулася, є різні, зокрема, – вибух нової зірки неподалік Сонця, знищення озонового шару зі згубним ультрафіолетовим промінням, а також зледеніння, нестача кисню для органіки. Остання катастрофа на Землі відбулася близько 65 млн років тому від удару велетенського метеорита в районі півострова Юка-

тан, унаслідок чого атмосферу наповнили сірчисті сполуки. Хмари пилу і диму огорнули Землю. Наступна, можливо, екологічна катастрофа буде пов'язана з представником *Homo sapiens* – людиною (Кузьменко Л. П., 2008).

За іншою версією життя у Всесвіті є постійним; життя є властивістю не лише біологічного, а й фізичного світу загалом.

Оцінки віку Землі вкрай розбіжні. Довершеніші методи датування дають щораз вищі оцінки віку Землі, що дає змогу прихильникам теорії стаціонарного стану вважати, що Земля існувала вічно. Згідно з цією теорією, види також ніколи не виникали, вони існували завжди й у кожного виду є лише дві альтернативи: або зміна чисельності, або вимирання. Прихильники цієї теорії не визнають, що наявність або відсутність певних викопних залишків може свідчити про час появи або вимирання того чи іншого виду. Вони стверджують, що тільки вивчаючи сучасні види і порівнюючи їх з викопними залишками, можна робити висновок про вимирання. Використовуючи палеонтологічні дані для підтвердження теорії стаціонарного стану, її нечисленні прихильники інтерпретують появу викопних решток в екологічному аспекті (збільшення чисельності, міграції в місця, сприятливі для збереження решток тощо). Велика частина доказів на користь цієї теорії пов'язана з такими незрозумілими аспектами еволюції, як розриви у палеонтологічному літописі, і вона найдетальніше розроблена саме в цьому напрямі.

Поступово ідея еволюції живого, долаючи обмеженість преформізму та ідеалістичні помилки епігенетиків (прихильників теорії розвитку), прокладала собі шлях у працях таких видатних природодослідників, як Ж. Бюффон, М. Ломоносов, Ж. Ламарк. Ж. Ламарк створив уже цілісну теорію еволюції, яку оприлюднив у вступних лекціях з курсу зоології в 1802–1806 рр., а 1809 р. повністю виклав у праці “Філософія зоології”. Це був величезний крок уперед, погляди вченого тривалий час визнавали глибокими, проте надто сміливими. Особливу увагу Ж. Ламарк звернув на еволюцію в часі. Він уважав, що види повинні з часом перетворитися в нові, досконаліші.

Ж. Ламарк, розвиваючи ідею натурфілософа Ш. Бонне про універсальну “драбину істот”, “східці створінь”, які охоплювали всю природу (від каменя через рослини, тварини і людину до небесних сил), як відображення прогресивного ускладнення організації живого, трактував ускладнення організації як наслідок еволюції і запропонував класифікувати тварин за ступенем складності їхньої побудови. Він розділив тварин на хребетних і безхребетних та згрупував їх у 14 класів, розмістивши на шести східцях. На нижній сходинці опинилися інфузорії і поліпи. Кожна наступна сходинка мала ускладнення в побудові головних систем органів – нервовій і кровоносній. На найвищій сходинці Ж. Ламарк розташував птахів і ссавців. На відміну від Ж. Бонне, він уважав, що сходинки еволюції не є прямою лінією, як це впливало зі “східців створінь”, а мають численні гілки і відхилення на рівні видів і родів. Уявлення про розчленованості “східців створінь”, непрямої лінійності еволюції підготувало ґрунт для “родових дерев”, розвинутих у 60-х роках ХІХ ст.

У працях Ж. Ламарка зазначено про вплив природних умов на формування властивостей біологічних систем, а отже, у його теорії організми змінні – види з іншими таксономічними категоріями умовні й можуть змінюватися. Ці зміни зумовлені тенденціями змін організмів (закладених творцем), які прагнуть до досконалості. Здобуті в процесі життєдіяльності зміни організмів успадковуються. Розвиток будь-яких організмів (за Ж. Ламарком) відбувається в напрямі до досконалості (атогенез) і водночас із пристосуванням до довкілля (ектогенез).

Дослідник, звернувши увагу на поступовий рух прогресивної еволюції, на всебічний характер мінливості, в еволюційному вченні не зміг розкрити рушійні сили (фактори) еволюції. Як головний фактор еволюції він допускав адекватний прямий вплив середовища, особливо вплив підвищеного навантаження на органи, яке приводить до посилення цих органів не тільки в конкретної особи, а й у її нащадків. Наприклад, виникнення довгої шиї в жираф, на думку Ж. Ламарка, можна пояснити зміною поведінки предків тва-

рини, яким доводилось витягувати шию для харчування листочками з верхівок дерев.

І все ж таки Ж. Ламарк увійшов в історію науки як видатний учений, який уперше запропонував еволюційне вчення, у якому було висунуте завдання різнобічно довести сам факт еволюції і виявити її рушійні сили. Саме Ж. Ламарк виділив два основні напрями еволюції: градацію і пристосувальну диференціацію видів. Його теорія була недостатньо обґрунтована у найсуттєвішому пункті – у питаннях про рушійні сили еволюції, про причини мінливості видів. Для пояснення причин еволюції Ж. Ламарк був вимушений, не маючи достатньої кількості точних даних, залучати такі малоперспективні міркування, як “прагнення організму до прогресу”, “пристосування внаслідок повільного ходіння тварин” тощо. Він визнавав прямий вплив умов середовища на організацію і спадковість живих істот. Недоліки теорії Ж. Ламарка історично виправдані обмеженістю тодішніх знань, проте водночас вони не повинні закривати головного: це була перша спроба пояснити еволюцію живого на засадах його внутрішніх закономірностей.

Основною формою прогресу є розвиток; протилежне до нього – регрес. Обидва напрями — і прогрес, і регрес – характеризують зміни. Прогресивний розвиток має кумулятивний характер, хоча один одного (прогрес і регрес) взаємно не виключають, еволюція живого виражалася насамперед у пристосуванні до умов, які взаємозумовлюють одні одних. Одним з перших, хто поставив проблему прогресу в живій природі, був Ж. Ламарк. За його концепцією, причини прогресу є не у взаємодії організмів з довкіллям, а у їхній внутрішній природі, спрямованій на вдосконалення організації. Прогресивна еволюція, на думку Ж. Ламарка, впроваджена божественною силою.

У дарвінізмі прогрес у живій природі розглянуто як наслідок пристосування організмів до змін довкілля. Рушійною силою прогресу є природний відбір і здатність живою адаптуватись до умов середовища.

Релятивісти прогрес і регрес у живій природі відкидають. На їхню думку, усі критерії для виявлення відмінності є

суб'єктивними. Однак порівнювати види організмів необхідно з урахуванням їхньої цілісності, беручи до уваги всі провідні ознаки.

Еволюційну теорію як теорію постійного перетворення найбільш послідовно сформулював Ч. Дарвін. Його вчення ґрунтувалось на ідеях Ч. Лаеля і Т. Мальтуса. Ч. Лайель уважав, що зміни поверхні земної кулі, можливо відбуваються поступово і для цих змін є доволі причин, які постійно діють упродовж усієї історії землі. Т. Мальтус був переконаний, що населення Землі невпинно зростає в геометричній прогресії.

Системність живої природи сприяє формуванню системності уявлень про світ. Основними системами живого, які утворюють різні рівні організації, є віруси, клітини, багатоклітинні системи, види і популяції, біоценози, біогеоценоз, біосфера. Кожна з цих складових – систем – кожного з рівнів відрізняється одна від одної за структурою і ступенем організації. Зв'язок елементів системи має різний характер – від тимчасового і випадкового до цілісного і впорядкованого.

Еволюція природних систем відбувається в біоценозах, біогеоценозах; процес природного добору є вибірковим відтворенням генотипів. Основна сутність еволюції як незворотного процесу – здатність пристосовуватись. Формами еволюції є дивергенція (поділ єдиного виду на частини) і філетична еволюція (зміна виду і перетворення його в інший вид).

Концепція еволюціонізму обґрунтована у праці Ч. Дарвіна "Походження видів шляхом природного відбору..." (1859). Дарвінізм – це матеріалістична теорія еволюції органічного світу, що ґрунтується на переконаннях Ч. Дарвіна, зокрема, змінності видів – трансформізмі та їхній мінливості. Роботу над цією теорією Ч. Дарвін почав 1837 р., він збирав і аналізував нові факти, спираючись на матеріали палеонтологів, порівняльну анатомію, ембріологію, систематику, біографію і геологію, сільське господарство, особливо селекцію. Важливу роль у формуванні поглядів Ч. Дарвіна відіграло вчення Ч. Лайеля про геологічну еволюцію Землі, зокрема висунутий Д. Геттоном і Ч. Лай-

елем принцип актуалізму, згідно з яким на Землі в минулому діяли ті ж чинники, що і в наш час. Основні положення теорії Ч. Дарвін розвинув у працях “Зміна тварин і рослин під впливом одомашнення” (1868) і “Походження людини і статевий добір” (1871). Назву “дарвінізм” запропонував А. Уоллес, який незалежно від Ч. Дарвіна дійшов подібних висновків. Ч. Дарвін, оперуючи колосальною кількістю фактів, нагромаджених на той час біологією і одержаних ним самим, довів доцільність організації живих істот, що є підсумком тривалого розвитку та сукупної дії трьох основних чинників – спадковості, мінливості та добору. Жива природа має внутрішні стимули розвитку, власний матеріальний механізм виживання найприспособованіших, а отже, й удосконалення організмів. Це механізм природного добору.

Ч. Дарвін та А. Уоллес пояснили розвиток природи діями тільки природних законів, без втручання надприродних сил. Головні положення цього вчення розкривають причини – рушійні сили еволюції органічного світу. Ч. Дарвін звернув увагу на різноманітність порід тварин і сортів культурних рослин, зокрема, на те, як виникло це різноманіття. У міркуваннях та дослідженнях він дійшов такого висновку: людина створює сорти і породи на ґрунті спадкової мінливості штучного добору. З покоління в покоління вона відбирала і залишала особини з якоюсь спадковою мінливістю і відсторонювала їх від схрещування. У підсумку отримано нові породи і сорти, що відповідали її потребам.

До основних принципів, які покладені в основу теорії еволюції біологічних систем Ч. Дарвіна, належать принцип мінливості як спосіб пристосуватись до умов природного середовища і чинників внутрішньовидової конкуренції. Спадкова мінливість є результатом еволюції біологічних систем і може закріплюватися лише на генетичному рівні. Один з провідних принципів теорії еволюції – принцип боротьби за існування. Ця боротьба відбувається з чинниками природного середовища та між видами. У боротьбі за виживання ліпше пристосовані форми організмів того чи іншого виду успадковують численніше потомство, проходять шлях при-

родного відбору. Мінливість організму біологічної системи – це свого роду запорука ймовірності виживання у світі, який постійно змінюється. Зміни на генетичному рівні отримали назву спадкових. Фактично основою теорії еволюції є принцип природного відбору.

Отже, досконалість організації живих істот, їхня унікальна пристосованість до умов існування – це прямий наслідок історичного, еволюційного розвитку життя на Землі. В ньому активну роль відіграє механізм природного добору, а найважливішими умовами, чинниками еволюції були такі невіддільні властивості живого, як спадковість і мінливість (Бернал Дж., 1969).

Сьогодні існує і штучний добір – свідомий (методичний) добір особин з потрібними людині господарськими ознаками для подальшого розведення. Термін “добір” має умовне значення, оскільки немає в природі особи, яка відбирає рослин і тварин. Критерієм оцінки нових ознак і властивостей є умови середовища. Вибір терміна виправданий аналогією між виживанням осіб у природних умовах і штучним добром. Матеріалом для природного та штучного добору є маленькі спадкові зміни, які накопичуються з покоління в покоління. Однак швидкість дії штучного добору набагато вища, ніж швидкість природного.

Найслабше місце у теорії Ч. Дарвіна – гіпотези про спадковість, оскільки незрозумілим було питання, пов'язане з випадковою появою корисних змін, що можуть зберігатися в потомстві й передаватися наступному поколінню. Тому теорія Ч. Дарвіна мала потребу в доопрацюванні з урахуванням інших біологічних дисциплін, зокрема генетики.

Ч. Дарвін розумів, що для створення теорії еволюції необхідне знання законів спадковості. На початку ХХ ст. вважали, що еволюцію можна пояснити мутаціями без участі природного добору. Це й зумовило появу нової науки – генетики, а також менделізму і мутаційної теорії, які на початках сприймали як вчення, що цілком замінують дарвінізм. На сучасному етапі дарвінізм розвиває синтетичну теорію еволюції, що, на думку деяких учених, приділяє ще недо-



статньо уваги процесам еволюційних перебудов онтогенезу і еволюційній ролі відмінності кореляційних систем у цілісному організмі. Г. Мендель заклав основи сучасної теорії спадковості (генетики).

Генетика є наукою про спадковість, про шляхи передавання ознак від батьків до дітей і способи керування спадковістю організмів. Зв'язок між поколіннями відбувається через клітини загалом. Найяскравіше спадковість виявляється в мутаціях – перебудовах генотипу організму; здебільшого мутації виражаються в незначних відхиленнях.

Під генотипом розуміють спадкову структуру організму, а під фенотипом – сукупність індивідуальних ознак особини, доступних спостереженню. Генотип виражає стійкість і динамічність організму, а фенотип – плинність, пластичність, особливості взаємодії генотипу і середовища. З одного генотипу розвиваються різні фенотипи. Генотип передбачає стратегію поведінки. Генетична основа (генотип) іноді приводить до формування організмів з однаковим фенотипом і, відповідно, властивостями.

Спадкову неоднорідність популяцій та інших еволюційних груп підтримують мутації.

Важливим досягненням генетики є виділення гена з ДНК. Уведення в живий організм генетичної (чужорідної) інформації є предметом дослідження біотехнології, яка вивчає не лише окремий ген, а й клітину загалом.

Гени розміщені в хромосомах у різних кількостях і в певній послідовності; набір генів кожної з негомологічних хромосом унікальний. Гени однієї хромосоми утворюють групу зчеплення, завдяки чому існує зчеплене успадкування деяких ознак; сила зчеплення перебуває у зворотній залежності від відстані між генами. Кожний біологічний вид має специфічний набір хромосом – каріотипів. Менделівська спадковість поєднує п'ять основних принципів, два з яких він сформулював у вигляді законів:

- спадковість дискретна, і, за винятком статевих хромосом, внесок кожного з батьків у потомство рівноцінний. Матеріал, що визначає спадкові властивості, переда-

ється потомству сперматозоїдом і яйцеклітиною й не змішується. Спадкоємний матеріал є набором дискретних часток, названих генами – гігантськими молекулами, що визначають своєю будовою й взаємодією з іншими аналогічними молекулами природу спадкових ознак;

- спадкові ознаки – гени, отримані потомством від батьків, становлять пари, причому таких пар в організмі може бути тисячі. Гени передаються в тому ж вигляді, у якому вони існували в предків;
- у разі схрещування двох чистоспоріднених організмів, що відрізняються за парою ознак, які контрастують, перше покоління, зазвичай, має ознаки одного з батьків. Отже, вихідні (дідівські) форми знову виявляються в другому поколінні, або, як нині говорять, відщеплюються. Це перший закон Менделя, що підтверджує викладене вище друге положення, названий *законом розщеплення*;
- якщо схрестити організми, що відрізняються за двома або більшою кількістю пар ознак, що контрастують, то в другому поколінні ці ознаки розподіляться зовсім незалежно одна від одної. Це правило одержало назву *закон незалежного розподілу*;
- п'ятим принципом теорії спадковості Г. Менделя є виняткова стабільність генів, які зрідка змінюються (мутують) з утворенням різноманітних форм (мутантів). Ці зміни може спричинити поява нових спадкоємних ознак. З 50 000 статевих клітин тільки одна нестиме мутаційні зміни за яким-небудь геном. Значна частина статевих клітин буде нести, принаймі, одну нову мутацію.

Гени укладені в хромосомах, а хромосоми парні, тому кожний ген у клітині представлений двічі (по одному в кожній хромосомі). Гени, що розташовані в тому самому місці хромосоми, називають *алелморфами* (алелями). Вони можуть бути однаковими або відрізнятися. Організм, що має пару однакових алельних генів, називають *гомозиготним*.

В одній і тій же хромосомі перебувають гени, що контролюють різні ознаки. Тому в ході досліду за добром якої-небудь ознаки відбирають не тільки нові комбінації полігенів, що впливають на цю ознаку, а також алелі інших локусів, які впливають на інші ознаки, проте розташовані в іншій хромосомі. У процесі еволюції виробляється певний генетичний комплекс, що забезпечує фенотипічну пластичність. Кожна ознака розвивається внаслідок взаємодії середовища й фенотипу. Різні умови по-різному впливатимуть на вираження ознаки як, наприклад, на вагу насінин або зріст людини. Отже, будуть відібрані ті гени або генні комбінації, які у взаємодії з конкретними умовами дадуть пристосований фенотип. Так створюється стійкий генний комплекс, що забезпечує пристосування до будь-яких умов середовища, з яким може зіштовхнутися організм і де ще не відбувався природний добір.

Одиницями спадковості є молекули нуклеїнових кислот на різних рівнях організації живої природи (молекулярному, клітинному, популяційному). У медичній практиці генетика сприяє обґрунтуванню заходів щодо захисту людини від шкідливого мутагенного впливу природного середовища. Один з небезпечних видів мутагенів – віруси, які не мають клітинної будови і не здатні самі синтезувати білок. Віруси спричиняють захворювання, серед них грип і СНІД. Вірус СНІДу позбавляє людину її захисту перед будь-якою інфекцією, оскільки, потряпляючи в клітини крові і мозку, вмонтовується в генний апарат і паралізує захисні функції.

У генетичних дослідженнях широко використовують вакцини і сироватку для запобігання і лікування багатьох хвороб. Наука сьогодні вивчила понад дві тисячі окремих генів. Із 1969 р. уперше вдалося виділити ген з живої клітини, а згодом перенести генетичну інформацію у клітини, вирощені поза організмом людини, що має важку спадкову недугу — галактоземію. У разі цього захворювання для повернення до норми ферменту в клітини шкіри хворого вкраплюють бактеріальні віруси; вони містять гени, які кодують синтез ферменту з молекул ДНК (способи виділення необхідних фрагментів, створення з них гібридів і введення їх у будь-які клітини). Це

особливо важливо для протидії мутагенам, наприклад, спричиненим радіацією. Мутації породжують різновиди злоякісних пухлин, серцево-судинні явища або скорочують життя, а мутації в статевих клітинах можуть передаватись спадково.

Розвиток генетики в ХХ ст. зумовив появу суміжних з нею дисциплін, наприклад, евгеніки – науки про спадковість організму та умов забезпечення досконаліших його рис. У евгеніці виділяють природничо-наукову основу (закони генетики) і філософсько-соціологічну надбудову.

У людському організмі відбувається більш ніж 400 біохімічних реакцій у строго узгоджених ритмах, це нормальний процес обміну речовин.

На ранніх стадіях зародки всіх хребетних подібні між собою. В процесі ембріонального розвитку спочатку з'являються найбільш загальні ознаки (ознаки типу), а потім послідовно відособлюються ознаки класу, ряду, родини, роду, виду і, зрештою, індивідуальні ознаки особини. Організми, повертаючись у середовище існування далеких предків, не можуть стати абсолютно схожими на них (закон незворотності еволюції Л. Долло). Природний відбір на засадах спадкової мінливості є головною руйнівною силою еволюції органічного світу (закон еволюційного вчення Ч. Дарвіна). Сутність еволюційного вчення виражена в тому, що всі види живих істот, які населяють Землю, виникли природним шляхом, органічні форми поступово і повільно перебудовувались і вдосконалювались відповідно до навколишніх умов. В основі перебудови видів у природі є мінливість і спадковість, а також природний добір, який постійно відбувався у природі через складні взаємозв'язки організмів між собою і з чинниками неживої природи. Ці взаємозв'язки Ч. Дарвін назвав боротьбою за існування; результатом еволюції є пристосування організмів до умов існування.

Органічний світ утворює тонку планетарну плівку біомаси живих організмів і середовища їх існування – біосферу, яка тісно взаємодіє з атмосферою, гідросферою і літосферою, забезпечуючи міграцію і кругообіг речовин та енергії на планеті. Біологічний кругообіг речовин на Землі визначений взаємодією рослин, тварин і мікроорганізмів, глобальна роль

яких зумовлена особливостями їхніх відношень з навколишнім середовищем. Земні рослини забезпечують атмосферу Землі молекулярним киснем і виконують космічну роль як акумулятори світлової енергії, здійснюють первинний біосинтез органічних речовин на Землі. Рослини – початкова ланка трофічних ланцюгів у біоценозах. Біосферна роль тварин пов'язана головню з їхньою участю у біоценозах як проміжних і вищих ланках трофічних ланцюгів. Тверді залишки викопних тварин входять до складу осадових порід. Глобальна роль мікроорганізмів виявляється в таких процесах, як мінералізація органічних речовин, утворення низки гірських порід, ґрунтоутворення та ін. Основне ядро закону глобальності життя – концепція біосфери як визначального чинника геологічної історії Землі.

Крім природного добору, є ще один чинник, що може сприяти підвищенню концентрації мутантного гена в популяції й навіть повністю витіснити його нормальний алеломорф.

Біолог С. Райт досліджував випадковий процес (генетичний дрейф) за допомогою математичних моделей і застосував цей принцип до вивчення проблем еволюції. За сталих умов генетичний дрейф має вирішальне значення в дуже маленьких популяціях, отже, популяція стає гомозиготною за багатьма генами, і генетична мінливість зменшується. Учений припускав, що внаслідок дрейфу в популяції можуть виникнути шкідливі спадкові ознаки, унаслідок чого така популяція загине й не зробить свого внеску в еволюцію виду. З іншого боку, у більших популяціях вирішальним чинником є добір, тому генетична мінливість у популяції знову буде незначна. Подальші еволюційні зміни популяції залежать від появи нових сприятливих мутацій, які відбуваються повільно, з огляду на це еволюція в більших популяціях повільна. У популяціях проміжного розміру генетична мінливість підвищена, нові вигідні комбінації генів утворюються випадково, а еволюція відбувається швидше, ніж у двох інших описаних вище випадках.

Крім того, коли один алель губиться з популяції, він може знову з'явитися тільки завдяки певній мутації. Прот-

у випадку, якщо вид розділений на ряд популяцій, в одних з яких загублений один алель, а в інших – інший, то загублений з популяції ген може з'явитися в ній завдяки міграції з іншої популяції, де він є. Ось у такий спосіб збережеться генетична мінливість і різноманітність. З огляду на це С. Райт припустив, що найшвидші еволюційні зміни відбуватимуться у видів, розділених на численні популяції різного розміру, причому між популяціями можлива деяка міграція. Природний добір, на його погляд, – один з найважливіших чинників еволюції, однак генетичний дрейф, на його думку, також є важливим, що визначає тривалі еволюційні зміни всередині виду.

З приводу теорії генетичного дрейфу існують суперечки між ученими щодо фактора-домінанта: що відіграє більшу роль – генетичний дрейф чи природний добір? Ці фактори взаємодіють між собою й уможливають дві ситуації. За однією з них, якщо в еволюції яких-небудь видів переважає добір, то в цьому випадку простежуватиметься або спрямована зміна частот генів, або стабільний стан, зумовлений умовами навколишнього середовища. Якщо ж протягом тривалого періоду важливіший дрейф, то тоді спрямовані еволюційні зміни не будуть пов'язані з природними умовами та поширенням несприятливих ознак у популяції.

Найприйнятнішою сьогодні з-поміж концепцій виникнення біологічних систем є концепція еволюціонізму, згідно з якою вік Землі становить понад 4,6–4,7 млрд років. Перші сліди живих організмів завдяки методу радіоактивного розпаду датовані 3,2–3,4 млрд років (архей). Отже, живим організмам, здатним самовідтворюватися, потрібно було понад 1 млрд років. На Землі як космічному об'єкті склалися умови оптимального співвідношення тепла і вологи (води в рідкому стані), а отже, кисню і вуглекислого газу. За таких умов біологічні системи виявилися здатними до фотосинтезу. Вода стала найбільш поширеним розчинником, сприяла обміну речовин (метаболізм). Вона може переходити у тверду фазу, збільшувати свій об'єм — розширюватися, а оскільки процес замерзання відбувається з поверхні водойми, то забез-

печуються умови проживання біологічних систем в акваторії. Важливу роль в утворенні органічних сполук відіграли водень (окис водню), вуглекислий газ, аміак, метан.

У праці О. Опаріна "Походження життя" висунуто ідею еволюції біохімічних систем (хімічних вуглеводних сполук). Учений уважав життя специфічною комбінацією властивостей на рівні досить складних структур – коагулянтів, коацерватів. Коацервати можуть змінюватися в розмірах, зазнавати хімічних змін.

Під коацерватами розуміють комплекси колоїдних частин, що можуть з'єднатися з комплексу солей кремнекислого натрію, кобальту, нашатирного спирту в хлороформі чи бензолі у разі змішування розчинів різних білків. Зазначений розчин містив, з одного боку, колоїдні частини, а з іншого, – рідину, вільну від них. Коацервати подекуди можуть траплятися у вигляді окремих крапель з різнойменно заряджених високомолекулярних речовин. О. Опарін стверджував, що в масі коацерватних крапель мав би відбуватися відбір найбільш стійких, що перетворилось у стійкий обмін речовин, вони набували властивостей самовідтворення, а надалі перейшли у простіші живі організми. Коацерватні краплі вмістили в собі більше нуклеїнових кислот, ліпідів, напівцукрів. Подальші експериментальні дослідження підтвердили можливість синтезу амінокислот та інших органічних сполук з простих хімічних елементів. На молекулярному рівні могли з'явитись окремі білкові і нуклеїнові полімери без будь-якої біологічної доцільності своєї будови.

Зазначена гіпотеза виражала фізико-хімічний розвиток, а радше – моделювання процесів утворення молекул амінокислот, нуклеїнових основ, вуглеводів. Її опосередковано підтверджує наявність у міжзоряному середовищі хмар пилу і газу з молекулами  $H_2O$ ,  $SO$ ,  $H_2S$  та ін. Отже, у космічному просторі наявні необхідні для синтезу компоненти. Крім того, у метеоритах і місячних породах виявлено амінокислоти – попередники нуклеїнових кислот. До того ж, у нашій Галактиці найбільше поширені водень, вуглець, азот, кисень – невіддільні складники всього живого.

го. В місячних породах і метеоритах їх укрій мало (переважають кремній, алюміній, залізо). Вчені дійшли висновку, що космічній (першій) групі елементів відповідають молекулярні форми існування з ознаками флюїдного, плинного стану (рідина, газ), тоді як планетарній – тверді агрегатні стани у вигляді безмежних кристалічних структур, у яких виділити окремі молекули практично неможливо (Бернал Дж., 1969).

З втратою рухових флюїдних елементів, що виконували функції переміщення речовини та енергії, наприклад, на поверхні багатьох планет (супутників) – Місяця, Меркурія і Марса, припинилися хімічні процеси. Хімічні реакції на планетах можливі за умови перетворення енергії випромінювання в енергію розвитку молекулярних структур. На Землі цей процес назвали фотосинтезом. Фотосинтезувальні живі організми збагатили Землю киснем, завдяки чому посилились процеси окиснення, активізувалась біосфера, що визначило сучасний стан атмосфери Землі.

Життя з'явилося за умови, коли в атмосфері майже не було  $O_2$ , оскільки кисень взаємодіє з органічними речовинами і руйнує їх ( $O_2$  почав виділятися внаслідок фотосинтезу). Під дією ультрафіолетового проміння з  $O_2$  утворюється озон ( $O_3$ ). З появою озону перші живі організми вийшли з води на суходіл, оскільки ультрафіолетове випромінювання, згубне для живих організмів (білків і нуклеїнових кислот) озон не пропускав.

Подальші дослідження підтвердили, що вуглеводи виконують функції джерела енергії в процесах клітинного метаболізму. Крім вуглеводів, відповідно, свою роль у формуванні клітинної структури біологічних систем відіграли жири, білки, нуклеїнові кислоти. Кожна з органічних складових виконує свою важливу функцію у формуванні життя біологічних систем, проте особливу роль відіграють білки і нуклеїнові кислоти. Перші з них фактично створюють клітини, а другі – забезпечують передавання генетичної інформації наступним поколінням. І перші, і другі містять амінокислоти.



Носіями інформації є нуклеїнові кислоти. Вони виконують функції самовідтворення, збереження інформації та її реалізації в процесі росту нових клітин. У нуклеїнових кислотах міститься генетична інформація і виявляється в утворенні ферментів, які вибудовують живе тіло. Їхня подібність і відмінність визначена набором білків (близькість білків і визначає близькість організмів). Організм формує молекули ДНК. З ними пов'язаний процес відтворення: реплікація, транскрипція, трансляція.

Реплікація – процес подвоєння молекули ДНК, необхідний для подальшого поділу клітин.

Транскрипція (друга складова процесу відтворення) виражає процес перенесення коду ДНК шляхом утворення з неї інформаційної рибонуклеїнової кислоти (РНК), яка відрізняється від ДНК (замість дезоксирибози) наявністю рибози. Трансляція виражає синтез білка на основі генетичного коду інформаційної РНК в окремих частинах клітин рибосомах.

ДНК містить інформацію, необхідну для синтезу різних протеїнів, які вибудовують і забезпечують функціонування клітини.

РНК наділена здатністю кодувати і самовідтворювати генетичну інформацію без білкових молекул. Генетичному коду властива індивідуальна неповторність кожного окремого живого організму навіть одного біологічного виду. Водночас біологічні види в процесі еволюції можуть випасти і в живому ланцюзі не повторюватися в усій детальності. Важливим у цьому аспекті є спадкові ознаки конкретного біологічного організму (або окремої клітини), сукупність спадкових ознак (генотип). Генетична інформація закодована в молекулах ДНК.

Гіпотеза щодо виникнення живих організмів завдяки РНК останнім часом має щораз більше прихильників. Вона ґрунтується на тому, що основою живих клітин були молекули РНК, а не білки. Важливим для розвитку цієї теорії є відкриття явища самореплікації (самовідтворення) молекул РНК, які завдяки цьому еволюціонували до складніших клітинних утворень і спонтанного синтезування поодиноких молекул РНК.

Отже, життя як складна система є макроскопічним утворенням з великою кількістю атомів, гетерогенним (має різноманітні речовини) і відкритим (з безперервним обміном енергії і речовини). Живі системи мають близький хімічний склад, існують певний час і самовідтворюються, змінюються і вдосконалюються в межах певного виду. Для їхнього вивчення в сучасній біології виділяють традиційний (з використанням методу спостереження, опису, подальшою класифікацією і біологічною систематизацією на засадах генезису); фізико-хімічний (на якому досліджують молекулярний рівень живого, структуру і функції живих систем з використанням методів рентгеноструктурного аналізу й електронної мікроскопії, електромагнітних вимірювань та ін.); і рівень еволюційної біології, в основі якої – ідея саморозвитку, концепції еволюції та еволюційної біології.

Живі системи ієрархічні, упорядковані і співвідносні. Вони відмінні не лише своєю складністю, а й функціонуванням. Рівні організації живої матерії включають діапазон від молекулярно-генетичного (вивчає організацію матерії від атомно-молекулярного рівня неживої) до макромолекулярного живої матерії. Найпоширенішими макромолекулами живого є білки (невіддільні складові будь яких живих систем). Здавалось би, що основа життя – це білкові сполуки, проте виявилось, що в ядрах клітин є речовини, наділені властивостями кислот і названі нуклеїновими (ядерними) кислотами: РНК (рибонуклеїнові) і ДНК (дезоксирибонуклеїнові кислоти). Їхні молекули складаються з двох мономерних ланцюгів і протилежно напрямлені одна щодо іншої. Ділянку молекули ДНК, що містить інформацію про один з набору білків організму, називають геном; гени містяться в хромосомах – ділянках ДНК, що є в клітині. ДНК насамперед зберігає генетичну інформацію, яка сфокусована вздовж власного ланцюга, а РНК зчитує її, переносить у середовище, у якому відбувається синтез білка. Ген є частиною ДНК. Хромосомну теорію спадковості (розчеплення спадковості) сформулював Т. Х. Морган. З цією теорією пов'язане відкриття голландським вченим Х. де Фрізом природних або спонтанних мутацій.

Глибокий аналіз молекули ДНК (створення її моделі), що нагадує подвійну спіраль, і розшифрування виконали Ф. Крік і Дж. Уотсон (1953). Подальші дослідження пов'язані з клонуванням органів і тканин. Напередодні ХХІ ст. отримано сенсаційні результати – досліджено ген людини.

Є доволі значний перелік варіантів походження життя на землі: життя з'явилося з неживих форм; межа між живою і неживою складовими є різко відмінною, хоча саме життя може перейти в стан неживого. Життя можливе за умов появи систем обміну речовин (метаболізм) і системи відтворення живої клітини. Ці дві умови привели до формування концепції біохімічної єдності живого – єдності складу і механізмів. Усі живі системи отримують органічні речовини з хімічною енергією, наприклад, фотосинтез є результатом взаємодії вуглекислого газу, води і сонячного світла. Організми, у яких відбуваються процеси фотосинтезу, називають автотрофами. До групи гетеротрофів належать живі системи, які черпають енергію з готових органічних речовин, синтезованих автотрофами. Унаслідок обміну речовин живих систем з довкіллям забезпечується певний рівень організації цієї системи (або її частини), а отже, зменшення ентропії. Автотрофи і гетеротрофи об'єднані харчовими (трофічними) зв'язками.

Еволюційні процеси мають різний темп розвитку і визначені складним поєднанням внутрішніх чинників та умовами довкілля, їм притаманний принцип незворотності. Вид, який зник з генофонду, ніколи не відновиться в попередній формі. Тому збереження біовидів (біорізноманіття) на Землі є вкрай важливим. Еволюційна концепція, що переросла в еволюційну теорію, є основою всієї системи хіміко-біологічних наук.

У теорію еволюції включені наукові дослідження генетики, палеонтології, екології, молекулярної біології і концепції дарвінізму, тому теорію еволюції називають "синтетичною". Вона охоплює теорію мікроеволюції та теорію макроеволюції. Теорія мікроеволюції передбачає незворотне перетворення популяції, що приводить до формування нового виду. Популяція – це сукупність особин одного виду певної чисельності, на певному просторі, а вид – сукупність

організмів, що існують у формі цієї популяції. Популяції формують тривалі стійкі групи особин, між якими відбуваються обмін генетичним матеріалом, процеси природного відбору та інші зміни. Популяція займає певний простір залежно від кількості особин і формує види. Різноманітність особин у популяціях пов'язана з перебудовою генів. Усі ознаки, властивості живого піддаються відбору на різних етапах розвитку.

Однією з основних ідей теорії еволюції є неможливість пояснити проміжні, перехідні ступені від одного біологічного виду до іншого і безрезультатність численних спроб створити нові види тварин і рослин, а також ідея появи нових видів через відбір.

Теорія макроеволюції вивчає походження надвидових таксонів і питання, пов'язані з розвитком життя на Землі, у тім числі людини.

У теорії мікроеволюції елементарною революційною структурою вважають популяцію (у Ж. Ламарка нею була "особа"). Еволюційні явища включають флуктуації чисельності особин та мутації (генні зміни, які самі по собі не забезпечують еволюції, а окремі ознаки мутації можуть виявитися руйнівними), поведінку популяції, природний добір.

Еволюційна роль флуктуації чисельності виявляється у її зменшенні, що приводить до збільшення кількості близькородинних схрещень, а також до зменшення різноманіття генотипів. Генотип – сукупність генів організму, їхніх ознак, які доступні безпосередньому спостереженню (фенотип – явище, генотип – його суть, також генотип виявляється у фенотипі, фенотип ширший від генотипу, оскільки в ньому виявляється вплив середовища). Флуктуації чисельності не визначають спадкових змін (Кузьменко Л. П., 2008).

Відчуженість чи ізоляція популяції порушує вільне схрещування, спричинене територіально-географічними і біологічними причинами. Її генетичний зміст природного відбору полягає у збереженні всередині популяції певних генотипів і передачі генів наступним поколінням. Природний добір

виявляється на рівні фенотипу загалом, а не на окремій фенотипній ознаці.

Зворотна тенденція природного відбору проявляється у протилежному напрямі – стабілізувальному, не змінюючи генотипу, а передбачаючи індивідуальний розвиток особин.

Крім розглянутих концепцій еволюції виникнення біологічних систем, дедалі частіше в науці виникають концепції перервної еволюції (аналогічні катастрофізму Ж. Кюв'є).

За теорією біогенезу, усе живе походить тільки від живого. Цю теорію в середині XIX ст. протиставляли ненауковим уявленням самонародження організмів. Біогенез як теорія походження життя принципово протиставляє живе неживому: підтверджує відкинуту наукою ідею вічності життя. На противагу біогенезу, абіогенез є видовою гіпотезою про походження живого з неживого (сучасної теорії походження життя).

Дослідження метеоритів приводять учених до думки про отримання давніх з'єднань, які містять вуглець, причому ці з'єднання були виявлені не на Землі, де б вони зазнали за її багатомільярдну історію надто великих змін, а в занесених до нас із космосу метеоритах. Деякі з них можна розглядати як попередники складних біологічних молекул, проте утворились вони щонайменше 4,5 млрд років тому і не на Землі, а на якійсь іншій планеті. Виявлення цих з'єднань свідчить про те, що процеси виникнення життя пов'язані не лише з Землею. Ці знахідки слугують матеріальним підтвердженням повсюдності процесів зародження життя і наводять на думку, що процес еволюції життя є зумовленим і загальним.

Концепція продовження життя організму пов'язана з процесом старіння, який зумовлює появу в організмі (як у системі) ферментативних реакцій у гормональній системі керування. Тривалості життя можна досягати дією амінокислот, вітамінів. Синтезовані препарати можуть продовжити життя окремих організмів. Живий (як і неживий) природі властиві розвиток і старіння організмів; старіння можна розглядати як незворотний процес і, зокрема, зростання ентропії (мір безладдя, хаосу). У системі поступово зростає ступінь упо-

рядкування (взаємопогодження) роботи елементів живої системи. Усе живе старіє, але в основі появи живого є клітинний поділ. Однак у багатоклітинних організмах значна частина клітин не здатна постійно ділитися, виконуючи інші функції — руху, харчування, керування процесами та ін. Клітини спеціалізуються: одні підтримують життєдіяльність в організмі (соматичні клітини), а інші забезпечують продовження роду (статеві клітини). Статеві клітини значно триваліші (вічні), на противагу соматичним. Кожна соматична клітина (на думку деяких учених), може поділятися не більше 50 разів і надалі втрачає здатність до життєзабезпечення організму, старіє і гине. Інколи соматичні клітини відтворюють свої копії, приводять до мутації (пухлини та ін.).

Різна тривалість життя характерна для ссавців. Їхня маса тіла і високий обмін речовин, імовірно, не забезпечують високої тривалості життя. Проте ця закономірність містить чимало винятків. Атмосфера Землі, насичена киснем, з'явилася приблизно 1,4 млрд років тому внаслідок процесів життєдіяльності організмів, здатних до фотосинтезу. Молекула кисню (і вода як продукт її повного відновлення) не є токсична. Однак відновлення кисню супроводжується утворенням продуктів, які пошкоджують клітину (так звані активні форми кисню). Тривалість життя організму залежить від співвідношення супероксиддисмутази (“супероксиддисмутаза – фермент антистаріння”) до інтенсивності обміну речовин: чим їх більше в клітинах, тим менша міра їхнього ушкодження активними формами кисню і тим довше вони живуть. Тривалість життя клітин різна – від кількох годин до кількох років; під час старіння (як і в разі дії радіації) відбувається розкладання води й утворення активних форм кисню, що ушкоджують клітини. Одним з активних засобів проти старіння людини є антиоксиданти. У соматичних клітинах ушкодження відбуваються значно частіше (нейрони, клітини печінки, серцевого м'яза тощо), ніж у статевих. З кожним клітинним поділом зменшуються теломери – особливі хромосомні структури на кінцях клітинних хромосом. Зменшення теломер призводить до старіння клітин.

Вивчення теломери хромосом в організмі людини є центральною проблемою досліджень.

Життя – найбільша цінність. З погляду природознавства – це особлива форма руху і вияв високоорганізованих надмолекулярних систем. Системи і процеси відмінні притаманними їм законами і закономірностями, структурами і функціями. Життя є проявом високомолекулярних фізико-хімічних систем з уміщеними в них білками і нуклеїновими кислотами. Найважливіша ознака живих систем – їхня здатність до самовідновлення, редуплікації і забезпечення нуклеїновими кислотами – молекулами ДНК і РНК.

Історія розвитку життя на Землі розділена на ери, періоди (системи) і становить понад 3,5 млрд років. Бурхливе життя на Землі з'явилося на початках протерозойської ери, тоді панували одноклітинні водорості і бактерії, згодом – багатоклітинні водорості, а з тварин – медузи, губки, черв'яки, життя на Землі збагатилося різними формами.

У протерозої (1900–570 млн років тому) процеси фотосинтезу привели до збільшення вільного кисню, що перейшов у товщу вуглекислого кальцію (декілька сотень метрів). Чимало організмів від збільшення кисню вимерло, а інші, особливо сучасні аеробні організми, швидко поширилися. Еволюція життя стала незворотна. Деякі вчені вважають, що на Землі існувало близько 500 млн видів організмів, а сьогодні приблизно 2 млн (вижило досі, виходячи з тих показників. близько 0,4 % усіх біологічних видів).

Палеозойська ера розпочалася з кембрію (570–480 млн років тому). На суходолі не існувало життя, лише у прибережних районах траплялися водорості й мохи: води заповнювали синьозелені і червоні водорості; з тварин перші членистоногі – трилобіти, голкошкірі, медузи, черв'яки, інтенсивно розвинулися морські їжаки в період ордовіку (480–420 млн років тому), з'явилися молюски і панцерні риби – перші представники хребетних тварин. У силурі (420–400 млн років тому) відбувся масовий вихід життя на суходіл. З'явилися спорові рослини, з тварин – ракоскорпіони. У девоні (400–320 млн років) поширилися папоротеві, хвоці, нащадки всіх

сучасних форм риб, а до кінця палеозою (в карбоні і пермі) – наземні хребетні. Земля інтенсивно заселялася за умов великої кількості кисню, який у верхніх шарах атмосфери переходив в озон (захищав від ультрафіолетового проміння).

Мезозой почався з тріасу (225–185 млн років тому), у якому з'явилися риби, динозаври, черепахи, крокодили, а також перші птахи. Наприкінці мезозою (140–70 млн років), можливо, з огляду на континентальність клімату, вимерли всі динозаври, літаючі ящери. Гіганти, що панували понад 150 млн років тому, звільнили місце ссавцям.

Кайнозой припадає на останні 70 млн років. У морях з'явилися китоподібні, суходіл покрили ліси; 5 млн років тому – мавпоподібні, а 2–3 млн років – людиноподібні. Вид сучасної людини (*Homo sapiens* – людина розумна) з мисленням, мовою, вмінням виготовляти знаряддя праці, з'явився 40 тис. років тому. Вік людини, як далекого прототипу нинішнього, сягає близько 2 млн років тому (“людина прямоходяча” – 1,5 млн років тому).

Людина, згідно з класифікацією в біології, належить до типу хордових, підтипу хребетних, класу ссавців, родини людей і виду розумних з низкою ознак: здатність виготовляти знаряддя праці, мова, високий ступінь розвитку мозку та ін. Важливе значення має структура мозку, кількість нервових клітин у ньому (у корі головного мозку міститься 10–20 млрд нейронів), інтенсивність кровообігу.

У процесі еволюції в людині сформувалась друга сигнальна система (її немає у тварин). Перша є і у тварин, і у людей. Сигналами першої є органи чуттів, а другої – мова (слова). Якісні ознаки людини, яка є сегментом соціуму, – праця, мислення, мова.

У світі приблизно 70 видів приматів. Перші їхні представники з'явилися близько 70 млн років тому і сьогодні їх близько 210 видів. Більшість з них живе стадами (гібони – парами). Найбільші за розміром примати сягають на зріст до 2 м і масою до 300 кг, об'єм їхнього мозку – 400–600 мм<sup>3</sup>. Найближчий до людини рід шимпанзе; він і всі людиноподібні вищі мавпи близькі за параметрами головного мозку,



структурою, лейкоцитами та ін. У людини диплоїдне число хромосом 46 ( $2n=46$ ), у людиноподібних мавп – 48 ( $2n=48$ ). Відомі випадки переливання крові шимпанзе людині й навпаки.

Тривалість еволюції напівмавп сягає 70–90 млн років. Одна з найбільш відомих людиноподібних мавп – пітекантроп (*Pithecanthropus erectus*) – мавполюдина, що нагадує давню людину, яка жила близько 500 тис. років тому. До них близькі синантропи. Значно пізніше (близько 200 тис. років тому) жили неандертальці. Сучасній людині передували кроманьйонці, які проживали 30–40 тис. років тому (ця часова межа надто умовна). Сьогодні рід *Homo* представлений одним видом – *Homo sapiens*. Інші види в ході еволюції відмерли. Викопні люди сучасного виду формувалися здебільшого під впливом чинників культурного і соціального розвитку.

У культурній еволюції *Homo sapiens* виділяють палеоліт – давній кам'яний вік, який сягає верхньої межі до 10 тис. років до н.е. Люди цього часу займалися полюванням і збиранням, а знаряддя праці вдосконалювали з каменю, а також з дерева і костей.

Мезоліт – середній кам'яний вік (10–5 тис. років до н. е.). Людина цього часу використовувала лук і стріли, приручила собаку.

Неоліт – новий кам'яний вік (8–3 тис. років до н. е.). Збиральництво і полювання поступово замінили тваринництвом і землеробством. Знаряддя праці стали витонченішими (їх шліфували і свердлили), виготовляли глиняний посуд.

Бронзовий вік охоплює час від 4 до 1 тис. років до н. е., людина навчилася використовувати бронзу, поширилося тваринництво і поливне землеробство, писемність, цивілізація і держава. Його замінив залізний вік.

Походження людини, її генезис є однією з найбільших фундаментальних проблем сучасної науки. Людина – частина біосфери, космопланетарне явище. Відомо, що всі види біосфери зазнають змін, унаслідок чого одні види вимирають, інші утверджуються. Мозок людини порівняно з мозком

тварин (наприклад, шимпанзе) містить той же тип клітин, тканин або органів; до того ж, його окремі частини мають аналогічні пропорції. Іншими словами, мозок людини і мозок шимпанзе мають багато спільного; співвідношення абсолютної кількості нейронів кори людського мозку і кори мозку тварин – 1,4:1,0.

Концепція Л. Гумільова про дискретний характер етногенезу розкриває думку, що основою етносу є найбільш стійка (консервативна) складова культури. З культурою пов'язана природа етнічного. В архаїчну епоху символом “духовного” міг бути тотем. Культура формувалася в середовищі соціуму і не передається шляхом біологічної спадковості, оскільки містить в собі потенціал недосяжний у біологічній спадковості (наприклад, перетворення природного середовища). Хоча, з іншого боку, людина з'явилась у біосфері, яка породила культуру і суспільство. Природа почала самопізнавати і самоусвідомлювати себе, впливати на хід власного розвитку за допомогою розуму. У людини сприйняття і дії є опосередковані соціальною історією. У різних цивілізацій код культури різний і пов'язаний з особливостями тієї чи іншої цивілізації, її появи і суті. Культура будь-якого суспільства є складовою цивілізації, її компонентом. Становлення і розвиток культури стає можливим за умови функціонування цивілізації. Відомий дослідник історії А. Тойнбі пов'язував походження первинної цивілізації з результатами мутації примітивних суспільств (соціальною пам'яттю).

Однією з гіпотез стосовно появи перших цивілізацій є гіпотеза Л. Гумільова, який звернув увагу на процес “пасіонарності” – надлишку енергії живої речовини, яка надходить з космосу.

У людському житті обидві складові – біологічна і соціальна – нерозривно пов'язані. Біологічно (генетично) людина наділена певною тривалістю життя. Кожна людина є індивідумом унікальним зі специфічним набором генів, які успадкувала. Генетична програма зафіксована в молекулах ДНК. Соціальна складова зумовлена здатністю людини до праці, використанням штучних засобів праці. Людина наділена пев-

ними властивостями, зокрема вмінням постійно виготовляти знаряддя праці та їх практично використовувати. Знання основ моральних заборон, наявність потреб, що ґрунтуються на біологічних передумовах (чуттєвих сприймань і розумових навиків), свідомо вольовий характер життєдіяльності тощо закладали основи людського буття. Біологічне в людині виявляється в законах обміну речовин і енергії, зумовлене морфофізіологічними особливостями організму. Соціальне виявляється як співвідношення матеріальних і духових чинників суспільного походження. Біологічна адаптація людини до довкілля може виявлятися в різних варіантах, наприклад, у гіпердинамії. Водночас біологічні системи і процеси не зводяться до фізичних і хімічних явищ, а є новим утворенням. Соціальні процеси ґрунтуються на біологічних засадах, проте біологічне, соціобіологічне і соціальний дарвінізм, які ігнорують культурно-духовну сутність суспільних явищ, висуваючи альтруїзм, егоїзм, агресивність тощо, є хибними й антигуманними. Історично обидві складові – біологічна і соціальна – формують природні основи життєдіяльності, однак простежується підпорядкування біологічного соціальному.

Внутрішню систему організму утворюють кров, лімфа і тканинна рідина. Організму зсередини властивий гомеостаз (умовно незалежне існування організму людини). Об'єм крові в організмі людини сягає близько 6 л (4–6 л), трохи менше половини крові (до 45 %) рухається в судинах; решта поповнюється в разі додаткового навантаження з печінки, селезінки, легень. Колір крові має відмінності (венозна – темно-вишнева, артеріальна – червона, яскраво-червона).

У крові розрізняють еритроцити – червоні кров'яні клітини (без'ядерні високоспеціалізовані клітини крові), їхня основна функція полягає в транспортуванні чи перенесенні кисню та вуглекислого газу завдяки вмісту еритроцитів – гемоглобіну; лейкоцити – білі кров'яні клітини, що мають ядра і наділені амебоїдним рухом. Найважливіша функція захисна, оскільки вона підтримує імунітет організму. Тромбоцити – червоні кров'яні пластини, що виконують захисну функцію, сприяють процесові згортання крові (у дрібних су-

динах – капілярах, і у великих – артеріях, венах). Процес згортання крові називають гемостазом. В організмі людини паралельно існують системи згортання і протизгортання.

Замкнуту систему кровоносних судин формують артерії, вени, капіляри. Кров рухається по судинах за допомогою серця, яке з замкнутою системою кровоносних судин (артерії, вени, капіляри) створює систему кровообігу. Серце перекачує кров зі швидкістю до 30 л/хв.

Велике коло кровообігу починається з аорти, кров якої багата на кисень і поживні речовини. У капілярах артеріальна кров насичена вуглекислим газом, а також продуктами розпаду, вона переходить у венозну і потрапляє у праве передсердя, в якому закінчується велике коло кругообігу. Мале коло кругообігу починається з правого шлуночка серця і йде в легені, у яких завдяки газообміну венозна кров переходить в артеріальну і знову повертається в ліве передсердя і лівий шлуночок серця. Серце виштовхує кров в артерії, вени, капіляри; його механізм вивчає спеціальний розділ фізіології – гемодинаміка.

Постійний відтік міжтканинної рідини в напрямі до серця забезпечує лімфатична система. Вона складається з органів імунної системи. Лімфа рухається лише в одному напрямі – від тканин по головних потоках у венозну систему.

Дихальна система забезпечує тканини організму людини киснем і вивільняє їх від вуглекислого газу. В ході дихання атмосферний кисень зв'язується кров'ю і доноситься в клітини і тканини організму. Вуглекислий газ ( $\text{CO}_2$ ) переноситься кров'ю до легень, його і видихають з повітрям унаслідок розслаблення дихальних м'язів. Неперервність дихання відбувається внаслідок нервових імпульсів, що надходять з дихального центру, який міститься в продовговатому мозку і контролюваний корою великих півкуль головного мозку.

Нервова система складається з центральної (спинного і головного мозку), периферійної, соматичної (забезпечує чутливість і рухову функції) і вегетативної (іннервує всі внутрішні органи і залози). Основними функціями спинного мозку є рефлекторна і провідникова (зв'язок з головним мозком).

Вища нервова діяльність ґрунтується на двох різних формах поведінки людини – безумовних рефлексах і умовних рефлексах. З вищою нервовою діяльністю пов'язані вищі психічні функції: свідомість, мова, увага, пам'ять, мислення тощо. Зокрема, свідомість – вища форма відображення мозком людини реальної діяльності через знання, мову, слово. У людини є дві сигнальні системи: перша сигнальна система – це конкретні зразки навколишнього світу; друга формує абстрактно-логічне мислення.

У більшості органів, крім кров'яних судин, є ще лімфатичні, які розміщені в тканинах. Надлишкова частина тканинної рідини з міжклітинного простору проникає через стінку лімфатичних капілярів. Лімфатичні судини мають початок та кінець, лімфатичні капіляри утворюють анастомозивні сітки, що об'єднуються в лімфатичні стовбури. Всі лімфатичні судини збираються у великі протоки (грудна протока, права лімфатична протока, що впадають у вени в ділянці лівого та правого венозних кутів). За лімфатичними судинами розміщені лімфатичні вузли, які виконують захисні функції.

Важливішою ознакою життя на будь-яких рівнях його організації є самовідтворення. Кожній популяції (сукупність особин одного виду, що має єдиний генофонд з певною територією) притаманні різноманітність, динамічність, а особливо рух і обмін за умов свого середовища. Різні системи популяції утворюють біоценози. Різні біоценози залежні від абіотичних умов і формують біогеоценоз. Об'єднання різних біогеоценозів утворюють біосферу.

Подальші дослідження ведуть до об'єднання даних генетики і дарвінізму.

### **Сучасна наука про розвиток людської свідомості**

Системний відлік практичної діяльності людей почався щонайменше з кам'яного віку (близько 2 млн років тому), коли людина стала приймати і передавати свої набуті знання. Сучасний людський вид існує не більше ніж сорок тисячоліть, він суттєво відрізняється від свого попередника – неандертальської людини, що мала, здавалося б, усі необхідні для

інтенсивної трудової діяльності органи: великий мозок, рухливу руку, не говорячи вже про стійку ходу, прямоходіння. Від предків людина розумна успадкувала вміння трудитися, виготовляючи для цього найпростіші знаряддя праці, розвинулися руки та інтелект. Від випадкових і неусвідомлених застосувань палиць і каменів для захисту й добування їжі вона перейшла до виготовлення знарядь спочатку у вигляді грубо й примітивно оброблених шматків каменю й палиць, потім до щораз досконаліших знарядь.

У палеоліті відбувалося нагромадження астрономічних знань. Ще в епоху мустьє (близько 100–40 тис. років тому) зародилася традиція спостережень за небесними явищами, як цього потребувала практика сезонних промислів. Найдавніші уявлення відображали первісне сприйняття різноманітних явищ природи, допитливість та активність у боротьбі з природою, страшенну відірваність думки від дійсності. Так зароджувалося світовідчуття фетишизму й тотемізму (шанування тваринного предка племені), культу природи, уявлень про всюдисущу одухотвореність природи й усіх навколишніх предметів, віра в те, що кожен із цих предметів наділений якимось внутрішнім духом.

Свідомість у минулому тлумачили з погляду суб'єктивного ідеалізму, згодом почали трактувати як фізичне і психічне явище. Свідомість якби перетворюється, а радше отожднюється з матерією, інколи відривається від людини (об'єктивний ідеалізм). У такому разі свідомість ніби залишається поза матерією (як самостійна субстанція). Її тісно пов'язують з фізіологією, духовні стани отожднюють з тілесними (матеріальними), а психічні – з фізіологічними, тобто віддзеркалюють природничо-матеріалістичні погляди (Дельгадо Х., 1971).

Останніми роками дедалі частіше говорять про надлюдську природу свідомості і не лише у релігійно-ідеалістичному трактуванні, а й матеріалістичному (“живе тіло космосу”, “всепроникним етером”). Звідси свідомість пов'язують з вічно існуючим розумом Всесвіту як феноменом ідеалістичного (або безсмертного).

Свідомість стає об'єктом вивчення психотроніки (що вивчає способи створення психотропних генераторів), парапсихології. У будь-якому випадку думка, свідомість є відображенням і загальною ознакою матерії. А відображення – це ознака об'єктів, що взаємодіють, відтворення в стані відображуваної системи. Одні системи можуть відтворювати ознаки інших завдяки причинно-наслідковому характеру взаємозв'язків і взаємозумовленості явищ. Відображення є адекватною ознакою. Загальна ознака відображення і будь-якої взаємодії – інформація. Вона є носієм змісту відображення, процесом передавання інформації. Прояви відображення відмінні: у неорганічній природі відображення відбувається як передавання інформації – маси і енергії (так званий пасивний момент); живі організми наділені інформаційно-відображувальними властивостями для пристосування до довкілля; в живих організмах функціонують органи відображення, іншими словами, у живих організмах відображення є активним і самостійним процесом.

Формами біологічного відображення є подразненість (збудженість і реакція), чутливість (здатність відобразити окремі властивості речей у вигляді відчуттів). Подразливість притаманна і рослинам; відчуття є формою відображення, що властива тваринам. Крім того, тваринам притаманні сприйняття і уявлення. З психікою нерозривно пов'язана нервова система (органи чуттів, спинного і головного мозку). Поведінка тварин зумовлена двома типами поведінки: інстинктивною (що передається спадково) та індивідуальною (набута і пов'язана з умовними рефlekсами). У живих істот наявна нервова система. Відображення окремих властивостей предметів відбувається внаслідок впливу їх на органи чуттів і збудження нервових вузлів мозку (відчуття). Сприйняття – відображення, що впливає на органи чуття, предметів і форм їхніх цілісних образів. Вищою формою чуттєвого відображення є уявлення.

Якщо психіка притаманна і тваринам, і людям, то свідомість відображає вищу форму відображення лише в людей. Мозок людини є органом мислення, що виражається мовою.

У тварин немає свідомості й мови. Структуру суб'єктивного світу людини, його психічної мисленної діяльності, формують емоції, почуття та інтелект. Вони є особливими формами відображення і вираження природи. В емоційній сфері свідомості розрізняють емоції (спрага, голод, втома), почуття (радість, любов, ненависть), пристрасті й настрої, стреси тощо.

Самосвідомість є особливим проявом свідомості, хоч вони і нерозривно пов'язані. Вона виражає самопізнання і самооцінку, самоаналіз і самоконтроль свого стану, своєї діяльності та поведінки. Джерелом самооцінки слугує бачення свого відображення. Близьким поняттям до самосвідомості є самопочуття – своєрідний вияв самого себе. Самосвідомість стимулює останніми роками кібернетичне моделювання на здатність до абстрактного мислення.

У питанні свідомого і безсвідомого звертають увагу на несвідоме як домінантне. Безсвідоме структуризоване (не аморфне); проявом несвідомого слугує установка – спрямованість особистості на інтенсивну працю, особливо в інтуїції, творчості. За З. Фрейдом людина є складною машиною, що наділена енергією з незліченною кількістю прагнень та уподобань. Психіка вбудована принципом відбору окремих ознак з незліченної кількості явищ. Вибіркова увага людини є психологічним актом, в якому пізнавальна діяльність спрямована на визначений об'єкт – свідомість. Надмірне втручання свідомого в підсвідому діяльність скоує свободу дії (Фрейд З., 1998).

Мозок представлений матеріальним об'єктом, розташованим у черепі, його можна подивитись, зважити, виміряти. Він складається з різних хімічних сполук, найперше з нейтронів, які потребують для функціонування кисень. Речовини надходять у мозок через мембрани й тим підтримують стан електричної поляризації. У мозку, що не працює, припиняються біохімічні й електричні процеси. Мозок є хіміко-фізичним об'єктом організму, його навіть можна підтримувати поза організмом у разі впровадження штучного кровообігу. Функції мозку розглядають як психічні, хімічні, теплові й електричні процеси, що обслуговують його фізіологічні потреби. Функ-



цією мозку, що працює, є свідомість. Як вона виникла, чому вона існує – загадка науки.

Отже, свідомість нерозривно пов'язана з мозком, є його функцією; нормальне функціонування мозку слугує запорукою здорової праці, того, що залишається зі свідомістю після смерті мозку. Зупинка серця і припинення дихання є критеріями смерті, у цьому разі відбуваються незворотні зміни в організмі загалом. Смерть – межа переходу від одного стану до іншого.

Останніми десятиріччями пильно досліджують явища асиметрії мозку, ця властивість атрибутивна і найбільше виявляється у зрілому віці. Асиметрію мозку пов'язують з асиметрією законів природи. Права півкуля, наприклад, наділена здатністю до музичних обдарувань. Порушення лівої півкулі призводить до порушення мови, а то й втрати її. Із правою півкулею пов'язані дослідження майбутнього і минулого, порушення функціонування цієї частини півкулі призводить до спотвореного сприйняття часу, просторових явищ і процесів реального світу, наприклад, нерухомі предмети можуть бути сприйняті як рухомі, і навпаки.

Інколи спостерігають надприродність психічного управління тіла, іноді люди ніби “запрограмовують” свій відхід з земного життя, що призводить до сповільнення і згасання життєво важливих процесів, відбувається щось незрозуміле.

Особливий акцент сьогоденних проблем зумовлений взаємодією природи і суспільства, антагонізмом і невирішеністю значної кількості питань.

Свідомість не відривається від матерії, а відображається нею (суб'єктивне відображення об'єктивного світу). Свідомість є відображенням матерії (її руху, простору, часу, інших ознак як за змістом, так і за способом існування). Відображення є властивістю (здатністю) вищої живої системи (людини), внутрішнім світом людини і за способом існування. І за змістом. Наприклад, об'єкти в почуттях людини відбиваються в переживаннях та оцінки ставлення до них. Відображення може бути однаковим, а ставлення – різним. У почуттях людини поряд з об'єктивними властивостями оцінюється

значимість речей і для самого себе, і для інших людей. Зрештою, чи можна прикласти критерії істинності до почуттів? Як відомо, почуття і свідомість взаємопов'язані. Якщо немає совісті, то немає й усвідомлення своєї вини і каяття. Уся діяльність людей відбувається з участю мислення і почуттів. У житті людиною керують потреби (бажання, потяги), реалії їхнього втілення.

Мета будь-якого життя – всебічно розвинути свої здібності і покликання, внутрішній світ. Але для чого? (Мимоволі на думку спадають слова І. Канта: філософія зобов'язана відповісти на два питання: “Хто ми такі?” і “Куди ми йдемо?”). На ці питання людина не в силі відповісти, хоч сама конечність людського буття ніби штовхає людину з'ясувати цю проблему, проблему, яка так займає її розум і волю.

І людина, і людство, і Сонце – усе тимчасове і короткочасне, усе з'являється, розвивається, змінюється і зникає. Людина ніколи не зможе змиритися зі своєю смертю. І вдіяти тут вона нічого не в силах, хіба що змінити своє ставлення до життя: наприклад, ставлення римських філософів-стоїків: “думай про смерть”. Вся східна культура вибудована на спогляданні земної краси, однак більшість людей намагається не думати про смерть. Безсмертя робить людське життя безмістовним, вищу його цінність уособлює життя.

Свідомість від найдавніших часів пов'язана з таємничістю. Вона ніби розділяла життя і смерть, земний і неземний світи. На етапах формування свідомості еволюційною складовою є з'яв психіки. Організмам властива подразливість; у багаточутливих сенсорах (від *sense* – почуття) інформацію сприймають рецептори – нервові клітини, які утворюють органи життя і пов'язані з центральною нервовою системою. Коригує цю систему головний мозок: у ньому трансформуються прояви матеріального світу. Інформація надходить через структури нервових клітин; нейрони електрохімічним шляхом проводять імпульси від рецептора, і тоді спрацьовує гнучкий зворотний механізм (механізм зворотного шляху), він забезпечує віддих генерних клітин, захищає центральну нервову систему від інформаційного перевантаження, яке дедалі зростає.

Однією з найважливіших характеристик мозку є пам'ять. Діяльність мозку забезпечена неперервним сенсорним живленням протягом життя людини. В механізмі психіки постійно взаємодіють фізіологічна активність та інформація ззовні мозку. На різних проявах свідомість є складним процесом і результатом самоорганізації. Крім того, сучасні концепції свідомості, що виходять з поділу між матеріальним і духовним, є умовними, оскільки розглядати їх як взаємні протилежності – означає допускати однобічний підхід.

Сьогодні свідомість нерозривно пов'язана з проблемою штучного інтелекту електронно-обчислюваної машини (ЕОМ). Ємність електронної пам'яті необмежена. Електронна пам'ять наділена і позитивним, і зворотним зв'язком. Тобто вона може змінювати свої дії в процесі роботи, проте відповідно до ситуації, може сама змінювати програму. Отже, у розвитку штучного інтелекту ми не отримуємо жодних обмежень. Проблеми, пов'язані зі штучним інтелектом, мають більше соціальний, ніж технічний характер (Дельгадо Х., 1971).

Стан мозку у здорової людини пов'язаний із забезпеченням його киснем, що є передумовою нормальної праці, а в разі зупинки серця мозок втрачає кисень за п'ять-сім хвилин, і ще майже годину зміни мають зворотний характер. В усьому організмі людини як системі поступово відбуваються зміни в серці, нирках, печінці, крові, кишківнику та інших органах, що призводить до незворотних змін. Зміни ці відбуваються ще до того, як зупиняється серце, якщо йдеться про повільну смерть. Тривалість клінічної смерті іноді може досягати 20–25 хв, а формування незворотних змін може відбуватися тижнями. Очевидним є відсутність свідомості зі смертю мозку. Смерть мозку є одночасно і біологічною смертю, визначеною законодавчими і медичними відомствами більшості країн. Тут виникає найважливіша проблема – настільки точно поставлений діагноз смерті мозку. З огляду на це виникає така проблема: як і на підставі чого потрібно ухвалювати рішення щодо обмеження або припинення надання медичної допомоги. Достовірна діагностика про смерть мозку має бути юридично обґрунтованою і вмотивованою.

Людина має подвійну природу: з одного боку, вона біологічна істота, а з іншого, – соціальна, вона є індивідом, її особистість формує соціальна складова. Її особистість – категорія духовна (духовно-релігійна), а індивід – категорія натуралістично-біологічна. Особистість – це насамперед соціальна індивідуальність, з сукупністю характеристик людини та соціальних якостей, соціальною самотутністю. Природно-індивідуальні характеристики людини не входять до поняття “особистість”. Особистість як соціальна індивідуальність є синтезом різноманітних чинників, акумулюючи соціокультурний досвід людини. Становлення особистості відбувається через процес постійного самоутвердження, натомість нав’ювання індивіду чужої волі і чужих думок призводить до деградації особистості.

Безумовно, особистість формують і внутрішня свобода людини, і різні соціальні умови; вони закладають основу морально-духовної суті як важливої складової. Сила особистості формується поступово (внутрішніми і зовнішніми чинниками) і виражена в інтелектуально-моральних і вольових якостях, вивершуючи себе над природною основою і утверджуючи себе після свого життя. Індивід як особистість є відповідальним, і його ознакою як особистості є свобода. Отже, у справжній особистості нерозривно поєднані свобода і відповідальність, що потребує від неї сильної волі і глибокої свідомості.

Немає єдиного погляду на проблему “свідоме і несвідоме”, вони діаметрально протилежні. Наприклад, Р. Декарт стверджував: “Думаю, отже, існую”. На думку І. Канта, Г. Лейбніца, Ф. Ніцше, психологічні процеси далеко не усвідомлені людиною. Особливий внесок у висвітленні цього питання належить З. Фрейду, який стверджував про несвідоме як вирішальний чинник людської свідомості і могутньої сили на протипагу свідомому.

Концепція З. Фрейда має три складові: 1) за межами свідомості перебуває пласт “воно” (id), що включає біологічні пристрасті і потяги, насамперед сексуального характеру; 2) “Я” (Ego) включає частину свідомого; 3) пласт людського

духу (Super Ego) – це ідеали і норми суспільства, у тім числі моралі. За Ф. Фрейдом, людина постійно перебуває на розпутті свідомого і несвідомого. Серед несвідомих потягів є і вроджена схильність до агресії та руйнування (взаємні складові “інстинкт смерті” та “інстинкт життя” ніби балансують між собою). Однак загалом людина, на його думку, – істота, яка керується безсвідомими інстинктами (Фрейд З., 1998).

К. Г. Юнг розглядав людину (на противагу З. Фрейду) як істоту еротичну. У людині “особисте безсвідоме” (у тім числі “колективне безсвідоме”) пов’язане з архетипами – образами минулих поколінь. Сутність особистого становить єдність індивідуального і колективного безсвідомого з домінантом другого.

Учення З. Фрейда піддав критиці А. Адлер за його біологічну та еротичну детермінацію людини, адже людина, оскільки вона, крім біологічної, є й соціальною істотою. На думку А. Адлера, З. Фрейд з перебільшенням протиставляє “свідоме несвідомому”. Інші дослідники цієї проблеми, зокрема австрійський психіатр В. Райх і американський соціолог К. Хорні, не внесли нових ідей: В. Райх утверджував безсвідоме, визначаючи людину як природно-соціальну істоту, а К. Хорні надавав соціальному чиннику й умовам буття вагомій ролі. Проти біологізації безсвідомого виступав психолог Е. Фромм. Він критикував вчення З. Фрейда за незгодженість трактування суті людини і культури та прагнув поєднати психоаналітичні ідеї З. Фрейда і концепцію людини, наближену до маркізму, а отже, узгоджував біологічний і соціальний погляди.

Людина в поведінці (на думку Е. Фромма) керується свідомістю. Проте не все в кінцевому підсумку виявляється продуктивним, і це породжує відчуття непевності. Соціальний розвиток людини свідчить про біологічну непристосованість. Звідси суперечності й конфлікти. В концепції З. Фрейда роль підсвідомого абсолютизована.

Мозок – це унікальний феномен, центр управління, який складається з нейронів (у мозку людини  $10^{11}$  зв’язаних між собою нейронів), провідних шляхів і синапсів. Його вивчають

експериментальним методом електричного подразнення, зокрема, складові мозку, відповідальні за пам'ять, вирішення завдань, розпізнання образів тощо. Мозок розділений на ліву і праву півкулі. Ліва півкуля аналітична, раціональна, послідовна, активніша, з неї відбувається керування рухомою системою. Права – синтетична, цілісна, інтуїтивна, не може себе виразити в мові, проте керує зором і розпізнаванням форм. За І. Павловим, людей можна умовно розділити на художників (з переважанням правої) і мислителів (лівої півкуль). У будь-якому разі свідомість – результат особливості організму, її складові формують емерджентні властивості. Складним є і питання про свідомість. Одна з концепцій засвідчує, що план свідомості існує до народження (а не готове пізнання). Х. Дельгадо дотримується думки, що розвиток мозку визначає ставлення індивідуума до довкілля ще до того, як індивідуум здатний сприймати сенсорну інформацію про природне середовище. Отже, ініціатива залишається за організмом. Людина порівняно з тваринами народжується менш розвинута. Діяльність інстинктивна (але не психічна) і може існувати навіть якщо нема досвіду.

Здатність розуміти бачене не є вродженою властивістю мозку, оскільки він не розвивається сам по собі. Тваринам і людям необхідний неперервний потік різноманітних подразників з зовнішнього середовища.

Інстинкт виявляється не лише в фантазіях, а й шляхом символічних образів. За деякими твердженнями, інстинкт втрачає специфічну енергію через неуважність і забудькуватість. Свідомість як промінь прожектора: усе, що він не освітлює, є несвідомим. Якщо промінь свідомості освітлює щось, то це момент творчості або винаходу.

Фактично йдеться про вплив на свідомість через подразнення певних центрів мозку за допомогою психотропних та інших засобів.

Вплив на психіку людини несвідомого належить до сфери психоаналізу. За З. Фрейдом, будь-який "індивід є ворогом культури", оскільки культура виступала як система забору на певному історичному етапі розвитку людини. З. Фрейд

виводив культуру з інстинктів; і цими інстинктами систему культури й руйнують (наприклад, розвиток сексуального інстинкту). Релігійне почуття З. Фрейд виводив з біологічного відношення між родичами (батька сина); на його думку, релігія є повторенням дитячого досвіду захисту в батька. Енергія інстинктів, трансформація емоцій виражена в сублимації. У цьому разі важливе значення має витіснення небажаних уявлень у підсвідомість. Унаслідок цього з'являється комплекс, спрямований на погашення емоцій, зміст психіки, що призводить до постійного психологічного подразнення. Свідоме (за З. Фрейдом) є проявом психічного. В людині виявляються дві основні сили – воля до життя і смерть. З останнім не згоден К. Лоренц, який уважав, що інстинкт смерті небіологічний, хоч він існує лише у людей. Психоаналіз ґрунтується на пріоритеті природних, а не культурних феноменів. Природа психоаналізу полягає в спробі пояснення діяльності свідомості особливостями функціонування несвідомого і його зведення до небагатьох основних інстинктів (Фрейд З., 1998).

Кожній людині притаманні архетипи – базові схеми. Людина приходить у світ зі складною психікою, у якій є і інстинкти, і архетипи підсвідомого. Несвідоме породило розум як закономірний стан розвитку, воно й керує інстинктивними тенденціями та схильностями. Архетипи створюють міфи, епос, духовну культуру загалом. Свідомість створює основу понятійного мислення, без якого розумна діяльність неможлива. Усвідомленість будь-чого завжди інтуїтивна, а інтуїція є одним з головних завдань науки (парапсихології). Отже, свідоме і несвідоме, усвідомлене й інтуїтивне – різні аспекти складного органічного процесу.

Людина володіє розумом, який здатний пізнавати, запам'ятовувати, творити, формувати світ мрії і фантазії.

Свідомість – це вища, властива лише людині форма відображення об'єктивної дійсності, способів її відношення до світу і до самого себе. Вона складається з образів предметів, що є відчуттям чи уявленням і тому мають значення і зміст. Отже, свідомість є особливою формою взаємодії людини з дійсністю і керування нею.

Також свідомість є і відображенням, і активно творчою діяльністю, як поєднання двох нероздільних сторін процесу: у впливі на буття вона може як оцінювати, розкривати його потаємний зміст, прогнозувати, так і через практичну діяльність людей перетворювати його. А тому суспільна свідомість епохи може не тільки відображати буття, а й активно сприяти його перебудові. У цьому й полягає та історично сформована функція суспільної свідомості, що робить її об'єктивно необхідною і реальним елементом будь-якого суспільного устрою.

Суспільна свідомість містить у собі різні рівні (повсякденне – життєве, теоретичне, суспільну психологію, ідеологію тощо), і кожен з них відображає по-своєму суспільне буття, реальну складність усього життя, охоплює сукупність ідей, теорій, поглядів, уявлень, почуттів, вірувань, емоцій людей, настроїв, у яких віддзеркалюється природа, матеріальне життя суспільства і вся система суспільних відносин. Її виникнення пов'язане з формуванням суспільного буття і суспільних відносин, які самі по собі змінюються, і змінюється їхня інтерпретація.

Сукупність узагальнених уявлень, ідей, теорій, почуттів, удач, традицій, що становить зміст суспільної свідомості, є складовою частиною суспільного буття. Суспільна свідомість виникла з зародженням суспільного буття, а їхній зв'язок багатогранний і різноманітний. Відносна самостійність суспільної свідомості виявляється в тому, що вона має наступність, спадкоємність і власні, властиві лише їй специфічні закономірності функціонування і розвитку. Вона є суперечливою, має складну структуру, за сутністю є ідеальною, але існує тільки в матеріальній формі вираження – мові, з якою вона поєднана. Немає мови без мислення, мислення – без мови. Однак структура мислення і структура мови різні. Закони мислення єдині для всіх, а мова національна, є засобом людської діяльності, спілкування, управління, пізнання і самопізнання. Для реалізації пізнання, її передавання спілкування людині необхідне слово, мова, якою вона виражає свою діяльність і мислення. Проте не можна ототож-



нювати мову і мислення. Говорити – не означає мислити, але мислити – означає вигострювати думку в слові. У такий спосіб мова, як і знаряддя праці, є найважливішим чинником формування свідомості, людини та її світу. Різновидом мови є мова науки, формалізовані й машинні мови, жаргони есперанто. Ідеальне – найголовніша ознака свідомості, зумовлена соціальною природою людини, є способом відтворення цілісних характеристик об'єктивної реальності за допомогою репрезентантів цієї реальності. Воно починається з предметно-почуттєвих репрезентантів (об'єкта чи знака).

У різних людей різний ступінь свідомості. До самосвідомості людина приходить тільки через соціалізацію й усвідомлює себе через осмислення власної діяльності. Свідомість структурно організована, є цілісною системою, що складається з різних елементів, які перебувають між собою в закономірних відношеннях. У структурі свідомості найчіткіше виділяються насамперед такі моменти, як усвідомлення речей, а також переживання, тобто визначене відношення до змісту того, що відбувається. Спосіб, яким існує свідомість і яким щось існує, – це знання (Дельгадо Х., 1971).

Проблему свідомості у філософії виражають дві найвідоміші концепції. Перша з них – матеріалістична, прагне з'ясувати сутність, особливості, природу та походження явища. Друга – феноменологічна, ідеалістична, констатує те, що свідомість є унікальним феноменом, але залишає поза увагою з'ясування її сутності, природи та походження. У Г. Гегеля феномен свідомості є проявом абсолютного духу, незалежного від людини. Саме розглядові цієї проблеми він присвятив працю “Феноменологія духу”. Поняття “феноменологія” означає вчення про Єдине у своєму роді, неповторне. Цим неповторним, на думку філософів цього напрямку, є феномен людської свідомості. Під свідомістю у феноменології розуміють “чисту” свідомість, абстрактну, відірвану від людини і незалежну від неї.

Матеріалістичну концепцію свідомості відображає погляд відомого французького філософа, вченого і богослова Тейяра де Шардена. Феноменологія, на його думку, виходить з

того, що людина, її свідомість є складовими частинами еволюційного природного розвитку. Сама матерія є “матрицею”, на якій формується духовне начало, яке притаманне всьому сутнісному (навіть молекулі). У живій природі свідомість набуває психічної форми, у людини духовне начало.

Шарденівська еволюційна система охоплює еволюцію хімічних елементів і галактик, утворення складних молекул і перших форм життя; опісля – виникнення живого, біосфери, розвиток усіх форм живих організмів, у тому числі й людини; і на завершальному етапі – розвиток людини, її свідомості, історичний поступ людства до наших днів. У цей період відбувається формування “єдиного людства” зі своєю сферою “духу” або “ноосферою”, через яку можливий вихід людини як унікального феномена, до “наджиття”, “універсаму”, до “крапки Омеги”. Еволюція людини, на думку філософа, є способом її Єднання з Всесвітом, шляхом людини прилучення до Христа, який втілений у Всесвіт. Релігійний погляд на проблему свідомості окреслює уявлення про божественне походження: “свідомість дав людині Бог”.

Проблемним є питання: що передує свідомості як вищій формі відображення дійсності і які передумови цього?

У неорганічному світі носієм відображення є просте, механічне віддзеркалення; це й здатність, оскільки відображення є загальною властивістю матерії відтворювати свої ознаки, залишати “відбиток”, що фіксує особливості відображуваного предмета. На органічному рівні носій відображення – жива природа (рослини, прості організми), які відображаються у формі подразливості, реакції на безпосередній вплив предметів і явищ об’єктивної дійсності. Властивість відображення – здатність реагувати на зовнішні чинники.

Вищі, якісні ознаки відображення характерні й для тваринного світу. На цьому органічному рівні носієм відображення є вищі тварини, їхнє відображення пов’язане з психічною діяльністю (розсудливістю). Характер відображення – психічна активність, розсудлива діяльність з елементами індукції, аналізу і синтезу тощо. Носієм відображення соціального

рівня в людини, як суспільної істоти, є психічна активність, свідомість, самосвідомість, розум, мислення, пізнання, мова, зокрема відображення відбувається у понятійній (категоріальній) формі; людина має конкретну мету; складає уявлення про результати своєї діяльності, спрямованої на перетворення дійсності відповідно до усвідомлення своїх потреб.

Свідомість є психічним процесом, а психіка не завжди усвідомлена, тому це не тотожні поняття. Нетотожними поняттями є свідомість і мислення. Свідомість – це вища форма відображення дійсності, вона охоплює як чуттєве пізнання, так і раціональне. А мислення – це розумова, інтелектуальна діяльність, процес відображення дійсності у поняттях, судженнях, умовиводах, теоріях, концепціях. Цей процес відбувається в постійних переходах від окремого до загального, від конкретного до абстрактного і навпаки й виражає ідеальну діяльність щодо духовно-практичного освоєння світу через розкриття сутності явищ, виявлення тенденцій, закономірностей їхнього розвитку, формування нових ідей, моделювання можливих ситуацій тощо. Невід’ємними ознаками мислення є абстрагування, узагальнення, систематизація.

Отже, поняття “свідомість” за змістом ширше, ніж поняття “мислення”. Мислення є складовою свідомості й охоплює мову, з якою формує єдине ціле. Між ними існує нерозривний, органічний зв’язок. У мові людина матеріалізує свою думку, втілює її у слово, надає їй форму предметності, передає і зміст, і тональність. Мислення людини реально виявляється у формі її мови, мовного виразу і “форми предметності” (думка) за Г. Гегелем.

Структурним компонентом свідомості є самосвідомість яка притаманна лише людині. Самосвідомість у широкому розумінні – це усвідомлення людиною свого світогляду, мети, інтересів, мотивів духовно-практичної діяльності.

Несвідомі дії не контролюються – це певний рівень психічного відображення дійсності з мимовільним виникненням і перебігом, відсутності явної причини, свідомого контролю і регулювання. Несвідоме виявляється в інтуїції, передчутті.

творчому натхненні, раптових здогадках, снах, гіпнотичних станах тощо.

Проблема несвідомого недостатньо вивчена, а тому є предметом гострої дискусії між ученими різних філософських напрямів. Зокрема матеріалісти вважають, що психічні процеси, які відбуваються несвідомо, мають фізіологічну, матеріальну зумовленість. З. Фрейд та його учні, навпаки, у діяннях людини пріоритет віддавали несвідомому. Наприклад, поведінка, характер, культура людини визначені вродженими емоціями, інстинктами, потягами – несвідомим, яке є головним (і первинним) регулятором людської діяльності, глибинною основою психіки, що, власне, визначає все свідоме життя людини. Однак звідси випливає, що свідомість людини є другорядним, вторинним регулятором її поведінки і вчинків; і у практичній діяльності вона керується емоціями, потягами та інстинктами. Звідси у співвідношенні несвідомого і свідомого перебільшеного значення надають першому.

За З. Фрейдом, підсвідоме розглядають не лише як суто фізіологічне явище, а й як активний психічний процес, тісно пов'язаний зі свідомістю. Між несвідомим і свідомістю існує неперехідний бар'єр, навіть антагонізм. Свідомість людини є складним і багатогранним явищем, що включає психічне (несвідоме, підсвідоме); самосвідомість (оцінка самого себе, самоконтроль); мислення (абстрагування, пізнання, мова); конструктивну побудову (визначення людиною цілей, передбачення їхніх результатів, прогнозування); світогляд (синтетичний показник рівня свідомості).

Лише людям властива вища форма відображення дійсності, пов'язана з їхньою психікою, членороздільною мовою, абстрактним мисленням, світоглядом, самосвідомістю, самоконтролем своєї поведінки (Фрейд З., 1998).

Ці проблеми не мають однозначного вирішення і трактування: вони складні, важкодоступні для наукового з'ясування і їх розглядають головню на рівні припущень, наукових гіпотез та релігійних концепцій.

Свідомість розглядають як властивість (функцію) високоорганізованої матерії – мозку, вона здатна відображати зо-

внішній світ у формі чутливих і розумових образів (у науці нема чіткої межі між термінами, розумовою діяльністю і свідомістю). Предметом розумової діяльності є найрізноманітніші наукові, релігійні, екологічні, економічні та інші потреби. Духовні здобутки виявляють себе в мові, моралі, релігії, метафізиці. Творцями своїх уявлень, ідей є люди.

Свідомість є усвідомленим буттям, а буття людей – реальним процесом їхнього життя. Несвідомість визначає життя, а життя визначає свідомість.

На думку З. Фрейда, за допомогою сну можна наблизитися до несвідомого, збагнути його, а отже, і саму людину, її поведінку. Його учень К. Юнг називав свій напрям аналітичною психологією; на його переконання, бажання становлять сферу несвідомого. У ній перебувають усі архетипи, які є в людині. Сновидіння він інтерпретує як зв'язок між раціональною свідомістю і світом інтуїції. Сон є діалогом між свідомим і несвідомим. Несвідоме раніше знає те, що ще не увійшло у свідоме. Учений стверджував, що ці асоціації схожі з ритуалами і міфами; свідомість розвивалась з емоцій, а несвідоме породило розум як закономірний етап еволюції. Із психіки він виводив культуру.

Мислення – функція людського мозку, але воно не існує поза суспільством чи здобутими людством знаннями. Людина стає суб'єктом мислення, опанувавши мову, поняття, логіку, що в загальному відображає досвід суспільної практики; завдання, які вона ставить перед своїм мисленням, зумовлені суспільно-культурними потребами.

Поняття “свідомість” часто вживають як тотожне з усім психічним життям людини, воно охоплює як свідомий, так і позасвідомий рівень освоєння світу і є ключовим для аналізу всіх форм духовного життя людини, засобом контролю, регулювання, управління взаємовідносин між людиною і світом.

Як на ранніх ступенях розвитку філософії, так і досі нема чіткого розмежування свідомого та несвідомого, матеріального та ідеального у трактуванні психічних явищ. Уперше розрізняли матерію і свідомість софісти, а за ними – Сократ, Платон. Крім філософії, свідомість вивчають психологія, фі-

зіологія, біологія, соціологія тощо, проте, на відміну від окремих наук, філософія прагне до цілісного, системного осягнення Всесвіту і людини. Тому, вивчаючи свідомість, філософи намагаються розкрити різні її аспекти: гносеологічний (відображальний), онтологічний (буттєвий), аксіологічний (ціннісний), соціокультурний; виявити механізми її становлення та розвитку в онто- і філогенезі, розкрити її соціально-діяльну суть, дати змістовний аналіз, дослідити особливості функціонування свідомості на різних суб'єктивних рівнях (індивідуальному і соціальному), у різних умовах і виробити цілісну теорію свідомості. Свідомість і самосвідомість – вагомими характеристиками людського буття саме завдяки їхній глибинній закоріненості у всі сфери людського існування, у багатовимірний і проблемний простір світу людини.

Свідомість ідеальна і за змістом, і за формою існування. Вона локалізується в діяльності певних центрів людського мозку, однак, по суті, позапросторова, ідеальна. Сучасна наука співвідносить процеси з діяльністю певних зон кори великих півкуль мозку. Вивчення фізіологічних процесів кодування у мозку слів, які промовляють, є підставою розшифрувати кодові ознаки, розпізнати слова, які промовляють подумки. Сама думка, переживання, образ не є фізичними предметами. Існування свідомості невідривне від діяльності мозку, нервової системи тіла людини, проте не зводиться до природно-біологічних процесів. Специфічним є і час свідомості. Людина може подумки відтворювати час, у якому ніколи не жила, подумки повертатись до подій минулого, зіставляти нинішнє чи формувати образ майбутнього, спрощувати або збагачувати уявний або реальний світ.

Самосвідомість виражає спрямованість свідомості на саму себе і звернення її до внутрішнього світу людини, що зовсім не означає ігнорування зовнішнього світу. Це, перш за все, усвідомлення власних індивідуально особистих якостей і порівняння їх і себе з іншими людьми, співвіднесення своїх думок, переживань, вчинків з нормами, цінностями й ідеалами, що існують у суспільстві. Крім того, з глибин власного внутрішнього світу людина повертається знову до світу зо-

внішнього, але вже збагачена уявленням про власне Я і використовує це уявлення як своєрідну духовну призму, крізь яку й сприймає всі впливи навколишньої дійсності.

Для свідомості характерне відокремлення і відображення суб'єктом самого себе як носія певної активної позиції щодо до себе і світу. Свідомість ніби передує самосвідомості, у якій концентруються й інтегруються уявлення людини про власне Я і формується власне (особистісне) ставлення до нього та навколишнього світу. Самосвідомість людини – це усвідомлення власного тіла, своїх думок, почуттів, свого соціального становища, ставлення до природи, суспільства, інших людей, самої себе.

Самопочуття – це усвідомлення власного тіла, його включеності й водночас відокремленості від навколишнього світу людей і речей. Воно починає формуватись ще в ранньому дитинстві і розвивається протягом життя людини, його вигляд постійно змінюється в процесі життя, і людині вкрай важко і складно звикати до змін, відмовлятися від уже стійких уявлень про власну зовнішність.

Самооцінка пов'язана з взаємодією свого образу і з певним еталоном, унаслідок чого виникає почуття задоволення чи незадоволення собою. У разі самооцінки порівнюють рівень своїх претензій з досягнутим результатом діяльності, вчинку і зіставляють уявлення інших про себе.

Самопізнання та самооцінка є елементом самовизначення і ґрунтуються на порівнянні себе з іншими і певним особисто значущим еталоном.

Самосвідомість ще не вичерпує всього змісту свідомості людини, оскільки не всі процеси усвідомлювані людиною. У зрілому віці людина переважно не усвідомлює, не обмірковує звичних дій.

Уперше концепцію безсвідомого сформулював Г. Лейбніц, який тлумачив її як нижчу форму духовної діяльності людини, що лежить за межами свідомих уявлень. Подальші дослідження в галузі психопатології дали змогу зафіксувати психічну діяльність, не усвідомлювану людиною. Ця лінія одержала розвиток у концепції безсвідомого З. Фрейда, який почав із з'ясування прямих зв'язків між невротичними

симптомами і безсвідомими переживаннями травматичного характеру. Концепцію безсвідомого розвивають у численних напрямках сучасної філософії і психології.

Безсвідоме (ірраціональні елементи психічної реальності) залишається у глибинах психіки і виявляється у свідомості не безпосередньо, а через підсвідомість. Численні елементи підсвідомості містять своєрідний безсвідомий “залишок”: початковий та завершальний етапи творчого, інтуїтивного процесу у кінцевому підсумку усвідомлюються людиною, але сам механізм їх є на цьому рівні розвитку людини неусвідомленим (Фрейд З., 1998).

Отже, свідомість існує як відображення мозку суспільно розвинутої людини, розвій спонукань, вражень, почуттів, думок, ідей, переконань, цінностей. Свідомість не можна зупинити, повністю охопити, усвідомити, відтворити в усій повноті, вона не хаотична, має певну впорядкованість, взаємозв'язок, єдність, стійкість, загальність структур. Вона формується і розвивається тільки в процесі соціалізації і самоактуалізації особи, формування особи й особистості фактично впродовж усього її життя.

### **Питання для контролю і самоконтролю**

1. Що вивчає біологія? Яка структура комплексу біологічних наук?
2. У чому сутність досягнень біологічної науки в XIX ст.?
3. Які найважливіші відкриття зроблені в біології у XX ст.?
4. Що таке біосфера згідно з концепцією В. Вернадського?
5. Назвіть основні принципи природознавства.
6. У чому сутність основних законів (правил) у біології?
7. Поясніть, що розуміють під хіральністю живої матерії?
8. Як співвідносяться етнос і природне середовище?
9. Що таке метаболізм?
10. Чим фенотип відрізняється від генотипу?
11. Які основні етапи антропогенезу?
12. Що таке ген? Як формувалися закони Г. Менделя про спадковість?
13. Чим характеризують склад і структуру ДНК?
14. Яка роль генетичного коду в науці про спадковість? Що таке мутації?



15. Що таке біогеоценози?
16. Яка структура клітини і які процеси в ній відбуваються?
17. Що включає в себе ноосфера?

## Список літератури

### Основна

1. Голубець М. А. Плівка життя / М. А. Голубець. – Львів : Поллі, 1997.
2. Гродзинський Д. М. Радіобіологія / Д. М. Гродзинський. – К. : Либідь, 2001.
3. Довідник з біології / [за ред. І. Мердух, Я. Гладун]. – Тернопіль : Підручники і посібники, 2007.
4. Кукурудза С. І. Біогеографія : підручник / С. І. Кукурудза. – Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2006.
5. Фрейд З. Вступ до психоаналізу : лекції зі вступу до психоаналізу з новими висновками / З. Фрейд ; пер. з нім. Терещук П. – К. : Основи, 1998.

### Додаткова

1. Біологічний словник. – 2-ге вид. – К., 1986.
2. Кузьменко Л. П. Розвиток еволюційних ідей в біології / Л. П. Кузьменко. – Ніжин : В-во НДУ ім. М. Гоголя, 2008.
3. Руда С. П. Нариси з історії мікробіології в Україні (кінець ХІХ – поч. ХХ ст.) / С. П. Руда. – К., 2000.
4. Бернал Дж. Возникновение жизни / Дж. Бернал ; пер. с англ. И. Б. Бухвалова и др. – М. : Мир, 1969.
5. Глазко В. И. Опасное знание в “обществе риска” (век генетики и биотехнологии) : монография / В. И. Глазко, В. Ф. Чешко. – Харьков : ИД Инжэк, 2007.
6. Дельгадо Х. Мозг и сознание / Х. Дельгадо ; пер. с англ. Л. Я. Белопольского. – М. : Мир, 1971.
7. Наумов Г. В. Краткая история биогеографии / Г. В. Наумов. – М. : Наука, 1969.
8. Филипченко Ю. А. Эволюционная идея в биологии / Ю. А. Филипченко. – 3-е изд. – М. : Наука, 1977.

## ЕКОЛОГІЯ ЯК НАУКА ПРО ЕКОСИСТЕМУ ЗЕМЛІ

Екологія – наука про взаємовідношення живих організмів, умов середовища їхнього проживання і всіх функціональних процесів, які забезпечують придатність до життя природного середовища. Цей термін запропонований німецьким біологом Е. Геккелем 1866 р. Завданням загальної екології є вивчення взаємодій окремих організмів і умов середовища, сукупності особин одного виду – популяції, комплексу живих організмів (екосистем). Прикладна екологія вивчає способи збільшення негативного впливу (господарської) діяльності людини на природу. Її поділяють на промислову, сільськогосподарську, медичну, космічну та ін. Сьогодні екологія набула статусу науки, яка впливає на прийняття економічних і політичних рішень. А тому екологічна освіта є важливою складовою частиною системи освіти сучасної людини.

Зв'язок організму з природним середовищем залежить від багатьох екологічних чинників, які є досить різноманітними й мають різну природу й специфіку дії (абіотичні, біотичні, антропогенні) (Кучерявий В. П., 2001).

Абіотичні чинники – це комплекс умов неорганічної природи, що впливають на організм. Сюди належать кліматичні (світло, температура, вологість та ін.), едафічні (ґрунти, їхня структура і хімічний склад, органічні й мінеральні елементи), орографічні (рельєф, експозиція схилу), гідрофізичні, гідрохімічні та інші, які пов'язані з водою.

Біотичні чинники охоплюють різноманітні форми впливу на організм життєдіяльності інших живих істот (тварин, рослин, грибів, мікроорганізмів). Між особинами одного виду виникають різні зв'язки, унаслідок чого утворюються угруповання.

До різновидів зв'язків належать конкуренція (популяції різних видів ведуть боротьбу за умови існування), міжвидові

взаємовідношення (один вид живе завдяки іншому або відношення хижак–жертва); коменсалізм (взаємовідношення на засадах харчових зв'язків); симбіоз або мутуалізм (взаємовигідне співвідношення різних видів); аменсалізм (коли з двох видів, які взаємодіють, для одного наслідки спільного життя негативні, тоді як для іншого немає ні шкоди, ні користі). Іншим різновидом зв'язку є нейтралізм як форма біотичних відношень співжиття двох видів на одній території (наприклад, білки, лосі). Такі види, хоч не пов'язані одні з одними безпосередньо, але належать до стану угруповань загалом.

Антропогенні чинники включають впливи людини на екосистему, її компоненти (до них належать хімічне, радіоактивне, інші різновиди забруднень природного середовища).

Трофічний ланцюг живлення формують продуценти, консументи і редуценти.

Продуценти – організми-автотрофи, що продукують органічні речовини з неорганічних складових, слугують першою ланкою харчового ланцюга й основою екологічної піраміди. Консументи – організми, що споживають готові органічні речовини, але не доводять розклад цих речовин до простих мінеральних складових. Сукупність консументів утворює трофічні ланцюги (рівні), у яких виділяють консументи першого порядку (рослиноїдні) і консументи другого, третього і наступних порядків (хижаки). До складу редуцентів входять бактерії, гриби, деякі безхребетні тварини. Це мікроорганізми, які руйнують органічну речовину і повертають мінеральні елементи в колообіг речовин. Якщо знижується активність їхньої роботи (наприклад, у разі використання сильнодійних пестицидів), то погіршуються умови для продуктивного процесу рослин і консументів. Вони живляться трупами, екскрементами, рослинним опадом, розкладають їх і сприяють поступовому переходу органічних сполук у неорганічні.

Угруповання організмів формують біоценоз, який перебуває в стані постійних змін (змін видового складу під впливом середовища існування). У сприятливих умовах (сукцесіях) відбувається розширення популяцій під впливом зміни тих чи інших чинників середовища. Вони змінюють не лише своє

місцеперебування, а й одні одних. У процесі життєдіяльності накопичуються відмерлі рештки, збагачують ґрунтовий профіль й утворюють стабільний біоценоз, який перебуває в динамічній рівновазі з середовищем.

До екологічної системи, крім біоценозу, входить біогеоценоз (термін уведений В. Сукачовим). Біогеоценоз є однорідною екологічною системою. Ценоз (Протасов В. Ф., Матвеев А. С., 2001), екоценоз (Kassas, Girgis, 1965 р.), геоекосистема (Сочава В.) та інше – це елементарні (нижчі за рангом) екологічні системи, які охоплюють ділянки з практично рівномірно розподіленими в них умовами життя й організмами. У науковій літературі існує поняття екосистема, яка зпоміж кількох визначень є синонімом біогеоценозу (ієрархічно елементарна, комплексна, оскільки складена з біотипу і біоценозу, а екосистема – своєрідна “клітина” (за аналогією з клітинною будовою організмів) біосфери). Однак певна відмінність між поняттями “абіогеоценоз” і “екосистема” все ж простежується. “Біогеоценоз” виражає територіальну прив’язку, його вживають для означення ділянок, зайнятих певними одиницями рослинного покриву – фітоценозами; а “екосистема” більше вживана для означення систем, що забезпечують кругообіг речовин між організмами та неорганічними компонентами.

Антропогенний вплив супроводжується багатьма незворотними змінами, причому зміни відбуваються на різних рівнях біосистем – біоценотичному, популяційному, організмівому. Діяльність людини змінює просторову організацію популяції; вона набуває різного вигляду залежно від форм та інтенсивності впливу і може виявлятися в появі дискретності (перервності) між популяціями. Іноді може простежуватися регрес популяцій, який виявляється у зміні життєвого циклу видів і відтвореності популяцій. Зміни на популяційному рівні порушують зв’язки між видами і пов’язані зі змінами у біогеоценозах (Т. де Шарден, 1986).

Своєрідними резерватами збереження генофонду є природно-заповідні території, які острівцями вкраплені в зони інтенсивної діяльності людини; їхню систематичну оцінку

виконують з використанням біологічного моніторингу, який включає цілий перелік пунктів – реєстрацію змін чисельності, структури, популяції, видів, стану, кількості, розмноження. Нелегко, а іноді неможливо забезпечити відновлення зруйнованих популяцій видів і реінтродукцію уже знищених та виявити їхню потенційну пристосованість до нових умов.

Чимало перспективних методів розмноження рослин, збереження їхнього генофонду, цінних рідкісних та зникаючих видів пропонує біотехнологія. Окремі клітини живого організму можна ізолювати і використати у виробництві, наприклад, цінних ліків (алкалоїдів).

Людина пов'язана з природним середовищем багатофункціональними зв'язками. З одного боку, вона збагатила різноманітність органічних форм, а з іншого, – багато видів рослин і тварин знищені саме нею. Деякі види, наприклад, дрібні тварини, птахи адаптуються до життя в сусідстві з людиною. Якщо живі організми, взаємодіючи з природою, формують біосферу, то людина її змінює (не завжди, правда, в ліпший бік з погляду її екологічних наслідків) і формує техносферу. Людина у природний процес формування біосфери всіма біоценозами вносить неприродні (штучні) складові.

Частина природного середовища (рослинний, тваринний світи) – літосфери, яка безпосередньо втягнута у матеріальне виробництво, утворює географічне середовище. Воно вужче від природного середовища. Природне середовище, крім поверхні Землі, охоплює частину Сонячної системи, на яку впливає діяльність людини. Природне середовище включає геосферу і біосферу, тобто живу і неживу частини природи й існує поза впливом людини, однак людина, поступово опановуючи природні багатства і природні джерела засобів життя, змінює його за допомогою засобів праці. В ході еволюції людина привнесла в природу чимало свого, штучного, створила штучне середовище, наповнене різноманітністю предметів матеріальної і духовної культури. Змінюючи природне середовище, людина приводить до його нового стану – техносфери, що включає сукупність технічних оснащень і систем.

Техносфера створила передумови для виникнення вчення про ноосферу. Ноосферу В. Вернадський розглядав як вищу стадію біосфери. Розумна діяльність людини є визначальною у формуванні “ноосфери”, і за В. Вернадським людство стає основною планетарною геологічною силою.

У взаємодії людини з природою виникає чимало конфліктів. Сьогодні очевидні не локальні (регіональні), а глобальні (земні) екологічні проблеми: усі сфери Землі зазнали докорінних змін. Останніми десятиріччями людина поширила свій вплив і на позаземний (космічний) простір (озонові діри і генетичні зміни в організмі) (Вернадський В. И., 1989).

Для вирішення екологічних проблем необхідно докорінно змінити ставлення людини до природи (від споживацького, технократичного підходу до гармонізованого та екологізувального виробництва, екологічної свідомості та ін.). Еволюція в процесі антропогенезу відбувається на засадах появи нових відгалужень, паралельних еволюційних ліній.

Щодо ролі соціальних і біологічних чинників в індивідуальному розвитку людини сьогодні є дві панівні концепції. Згідно з першою, вирішальну роль відіграє біологічний чинник (гени). Вона отримала назву панбіологізм. За другою, усі люди мають однакові генетичні задатки, а вирішальну роль у їхньому розвитку відіграє соціальна складова – виховання й освіта, середовище життя. Цю концепцію назвали пансоціологізм.

Екологія як наука охоплює систему заходів, спрямованих на підтримку раціональної взаємодії між діяльністю людини і природним середовищем для збереження і з'ясування природних багатств, раціонального використання природних ресурсів. Найважливіше завдання у цій взаємодії – виявити причинно-наслідкові зв'язки суспільства і природи, а ще важливішими є способи усунення причин або несприятливих наслідків людської діяльності. Насамперед необхідно зрозуміти, оцінити сучасний стан природного довкілля, щоб передбачити і раціонально використати зміни. Отже, раціональне природокористування спонукає розглядати природні (екологічні) процеси і діяльність лю-

дини в єдиній системі виробництво–довкілля, перетворюючи в складнішу систему керування біоекологічною системою.

Збереження якості природного середовища ґрунтується на таких принципах і історичності (необхідне вивчення історії об'єктів природно-територіальних комплексів), систем загалом; системності (спонукає кожну складову системи розглядати у взаємодії з іншими чинниками, прогнозуючи всі складові всієї системи, що пов'язані позитивними й негативними зворотними і прямими зв'язками); біосферизму (змушує людину зберігати біосферу як єдине середовище життя і найвищу етичну цінність, на відміну від техносфери); адаптації (набуття видами особливостей, які дають змогу ефективніше використовувати ресурси природного середовища, оскільки життя загалом не зводиться лише до одностороннього керування в системі людина–середовище, воно можливе лише з урахуванням зворотних зв'язків. В іншому разі людська популяція як вища ланка трофічних зв'язків нестримно акумулює забруднення і нагромаджує відходи.

Не менш важливими принципами є принцип стійкого розвитку (щоб уникнути конфліктів між потребами поколінь, пріоритетами якісних показників, збереження біологічного і культурного різноманіття, узгодження програми природокористування та ін.), принцип пріоритету екологічної безпеки, а отже, в основі економічних і соціальних програм має бути екологічна матриця зі схемою збереження природного середовища і ландшафтного планування, регламентації діяльності людини й екологічної експертизи.

Усі явища природи мають множинне і різнобічне значення, а тому їх треба оцінювати з різних поглядів; підходи залежать від зацікавлення різними галузями виробництва і збереження відновлювальної сили самих природно-територіальних комплексів. Тому важливо враховувати місцеві умови в разі використання й охорони природних ресурсів, оскільки, охороняючи одні об'єкти (або раціонально їх використовуючи) охороняємо й інші, тісно з ними пов'язані. Охорона природних ресурсів повинна бути комплексною, охороняти необхід-

но природно-територіальні комплекси (біоценози) з різними компонентами, що пов'язані природними зв'язками, які склалися впродовж тривалого історичного розвитку.

Природу загалом і природне середовище зокрема необхідно і охороняти, і раціонально використовувати. Вона як системне утворення має низку генетичних і фенотипічних аномально-фізіологічних особливостей адаптивного характеру. Сюди ж треба додати еколого-поведінкову специфіку людини в різних колективах, характер праці, етнічну специфіку, яка складається еволюційно, та багато інших відмінностей, що засвідчує багатоманітність людини і людства.

За останнє сторіччя різко збільшилась кількість населення і зросло промислове виробництво, виробництво енергії та продуктів сільського господарства. Приріст населення потребує збільшення виробництва продуктів харчування, створення нових робочих місць, розширення промисловості, що спричиняє поширення технічних систем і технологічних процесів, які змінили всі сфери життя суспільства. У високорозвинутих країнах виник постіндустріальний технологічний спосіб виробництва. Техногенез як процес розвитку матеріальної культури сформував техносферу – галузь технічної діяльності людини, охопивши всю географічну (ландшафтну) оболонку – від глибин земної кори до космічних просторів. У діяльності людей визначальну роль відіграє техніка на планеті й поза нею. За деякими підрахунками, маса технічних систем (заводів, фабрик, машин, всього того, що вони виробляють) у десятки разів перевищує масу живої речовини планети. Водночас продукція техногенезу в декілька разів перевищує біопродукцію природних екосистем.

Склалася невідворотна ситуація, коли споживання погреб ресурсів значно перевищило темпи їхнього природного відтворення. А відходи і побічні продукти виробництва й побуту забруднюють біосферу, порушують колообіг речовин, створюють загрозу для здоров'я людства. Руйнівна сила стає всеохопною: антропогенний вплив (масообмін) суттєво змінив від біотичного колообігу речовин у природі й не створює замкнутих циклів. Антропогенний обмін становить



значну частину біосферного колообігу речовин, його вплив відчутний і в колообігу води, кисню, вуглецю, ґрунтотворних та багатьох інших процесах. Глобальна рівновага ніби зміщена в усіх ланках, змінилися ландшафти, зріс видобуток корисних копалин і ресурсів загалом, забруднилося довкілля, урізноманітнілась природа впливу механічних, фізичних (теплових, радіаційних та ін.), фізико-хімічних, біологічних чинників і агентів, розширилися категорії об'єктів впливу (від природних ландшафтних комплексів, поверхні землі, ґрунту до мікроклімату та ін.), зросли кількісні характеристики впливу, просторові масштаби, ступінь тощо, часові параметри (коротко-, довготривалі, стійкі та нестійкі з прямими і прихованими наслідками) (Крисаченко В., Хилько М., 2002).

Усі ці впливи нераціонального природокористування є причиною екологічної кризи. Змінена впливом людини природа по-своєму впливає на суспільний розвиток.

Людина вносить в ту чи іншу нішу екологічної системи невластиву їй зміну (фізичну або структурну), перевищуючи процеси колообігу й обміну речовин, енергії тощо, одним словом, забруднює середовище. Антропогенне забруднення включає матеріальне (пил, шлаки, зола тощо), фізичне або енергетичне (теплова енергія, електрична, вібрація, шум та ін.). До механічних забруднювачів належать пил і аерозоль атмосферного повітря, тверді речовини у воді й повітрі. Хімічними (інградієнтами) забруднювачами є різні газоподібні і тверді хімічні сполуки й елементи, що потрапляють в атмосферу або гідросферу і вступають у взаємодію з навколишнім середовищем (кислоти, діоксид сірки, емульсії та ін.).

Представниками біологічних забруднень є живі організми, найчастіше гриби, бактерії, синьозелені водорості. Наслідками забруднень стає погіршення якості природного середовища, утворення небажаних втрат речовини, незворотні руйнування окремих компонентів, а то й усїєї екологічної системи (втрати орних земель, продуктивності екологічних систем загалом, прямі або дотичні (опосередковані) погіршення життєвого стану людини).

Основні джерела забруднення природного середовища – виробництво енергії (виробництво вугілля, нафти, газу, торфу, горючих сланців; джерела забруднення – теплові електростанції з хімічними і тепловими забрудненнями). Кислотні дощі окислюють ґрунти, знижуючи ефективність використання добрив, змінюють кислотність вод. Іншим джерелом забруднення природного середовища в енергетиці є стік забруднених стічних вод у водойми, а джерелами забруднення підземних вод – численні золошлаковідвали. В металургійній промисловості (чорній і кольоровій) у середньому на 1 млн т річного виробництва заводів чорної металургії виділення пилу становить 350 т/добу, сірчистого ангідриду – 200, окису вуглецю – 400 т/добу та ін. Стічні води з підприємств чорної та кольорової металургії здебільшого токсичні (ціаніди, ксаногенти, нафтопродукти тощо), містять солі важких металів (міді, нікелю, свинцю, цинку та ін.), арсен, сульфати, хлориди тощо. У ґрунтовому покриві поблизу підприємств кольорової металургії вміст важких металів перевищує норму в кілька разів. Не меншими забруднювачами природного середовища є хімічна, нафтохімічна, целюлозно-паперова промисловості. Вони забруднюють атмосферне повітря вуглекислим газом, окисом вуглецю, сірчанним газом, сполуками азоту, хлору, ртуті, а води і ґрунти – нафтою і нафтопродуктами, фенолами та іншими отруйними речовинами, сульфідними стічними водами. У викидах автомобільного транспорту є понад дві сотні найменувань шкідливих речовин і сполук, у тому числі канцерогенних, які містять відпрацьовані гази двигунів внутрішнього згорання. Крім нафтопродуктів, забруднювачами є продукти зношення шин і гальмівних накладок, хлориди, які використовують для дорожнього покриття, забруднюють придорожні смуги і водні об'єкти. Вплив шуму від повітряного транспорту відчутний на прилеглих до летовищ територіях житлової забудови. залізничний транспорт, крім твердих відходів, забруднює довкілля оксидами вуглецю, оксидами азоту та ін.

Промислові підприємства, забруднення від яких становить майже 75 % від усього обсягу скиду, скидають у сис-

тему комунальної каналізації стічні води, які містять солі важких металів, отруйні сполуки.

Сільське і лісове господарства: механізація і хімізація призводить до значних забруднень вихлопними газами атмосферного повітря; забруднення мастилом та бензином до ріг. Азотні й фосфатні добрива та хімічні засоби захисту рослин (пестициди) забруднюють ґрунт, воду, а опосередковано і живі організми.

Страшні наслідки для довкілля від “утаємниченого” військово-промислового комплексу. Детальну інформацію, ймовірно, містять його військові архіви, особливо коли йдеться про хімічну і ядерну зброю. Новітні озброєння несуть жахливі наслідки для рослинного і тваринного світу, а особливо людини. Унаслідок радіоактивного випромінювання з’являються важкі захворювання (лейкемія [лейкоз], рак щитоподібної залози). Наслідки ядерної війни ніхто до кінця не може з’ясувати і передбачити, однак вони пов’язані з кліматичним ефектом (“ядерною зимою” – різким, сильним і тривалим охолодженням повітря над континентами). Сценарій жахливий: що не вигорить – вимерзне.

Радіоактивні відходи, ракетно-космічна техніка, ракетне паливо та інше є найбільш небезпечними забруднювачами природного середовища.

З усіх сфер атмосфера є найбільш динамічною, вона постійно циркулює, напрями вітрів залежать від переміщення повітряних мас, а їхня швидкість зростає зі збільшенням перепаду атмосферного тиску. Атмосфера створює термодинамічну систему: з підняттям вверх у тропосфері знижується тиск і температура (хоча обидві названі фізичні величини є в обернено пропорційній залежності).

Нестійкий стан атмосфери сприяє і розсіюванню, і перенесенню забруднювачів, наприклад, кислотних дощів, та утворенню і сірчаної, і азотної кислот, унаслідок розчинення у воді двоокису сірки й азоту (випадають з дощами, туманами, снігом, пилом). Ці кислоти, потрапляючи у воду чи повітря, поширюються на сотні кілометрів від джерела забруднення. Зосереджені в атмосфері канцерогенні речовини

впродовж тривалого часу спричиняють ракові захворювання. Супутниками кислотних дощів є смоги. Однією зі шкідливих складових смогу є озон ( $O_3$ ), який впливає на легені й слизову оболонку людини.

З цілим комплексом причин, очевидно, пов'язане глобальне потепління і його непередбачувані наслідки, оскільки воно виявиться на різних широтах нерівномірно.

Одним із найдієвіших шляхів зменшення шкідливих викидів в атмосферу – впровадження безвідходних і маловідходних виробництв і технологічних процесів, утілення замкнених циклів.

У тісному взаємозв'язку з атмосферою перебуває гідросфера, основна маса вод якої (понад 94 %) – води Світового океану. Морські води містять розчини майже всіх хімічних елементів (найбільше натрію, магнію, кальцію, хлору, вуглецю і сірки) здебільшого у вигляді йонів різного типу.

Вода – головний кліматоутворювальний чинник на Землі. Вона є середовищем і джерелом водню для життєвих процесів, а також єдиним джерелом кисню, що виділяється в атмосферу під час фотосинтезу (без води процеси фотосинтезу неможливі). Вода – безпосередній агент біохімічних процесів, що відбуваються в людському організмі. Вона охоплює життя, вона, власне, і є життям. Однак прісних вод (водозабезпеченість) дедалі меншає. З загальної кількості води на Землі прісні води становлять дещо менше 2 % від загального об'єму гідросфери й, до того ж, вони зосереджені нерівномірно.

Зменшення кількості прісної води пов'язане з інтенсивним збільшенням потреб у воді (зростання промислового виробництва і зростання народонаселення та ін.), втратою водоносності річок і забрудненням водою промисловими та побутовими стоками. Не менше від забруднень потерпають підземні води, основними забруднювачами яких є сульфати, хлориди, сполуки азоту, нафтопродукти, важкі метали, феноли. І поверхневі, і підземні води фактично забруднені одними й тими ж різновидами. Поверхні океанічних вод забруднені пластиковими пляшками, виробами з нейлону, консервними банками та ін. Забруднені води необхідно очищувати від хво-

роботворних вірусів і бактерій; їх піддають коагулюванню, використовуючи окислювачі (хлор, озон, активоване вугілля [сорбенти]); крім того, неочищену воду позбавляють від завислих речовин.

До стічних вод додають хімічні реагенти, які вступають у реакцію з забруднювальними речовинами, що сприяє випаданню нерозчинених і частково розчинених речовин (фізико-хімічне очищення). Мінералізацією органічних забруднювачів стічних вод за допомогою аеробних біохімічних процесів надають воді прозорості з розчиненими в ній природними співвідношеннями кисню і нітратів (метод біологічного очищення). Стан вод багато в чому залежить від рослинних ресурсів, раціонального їх використання та охорони. Рослини є також індикаторами (наприклад, за допомогою рослин вдається виявити кімберлітові трубки); вони різними шляхами здійснюють детоксикацію шкідливих речовин.

Усі рослини мають потенційну користь, тому необхідна їхня охорона, створення резерватів і ландшафтних парків, мережі ботанічних садів, заборона будь-яких дій, що ведуть до зменшення кількості рідкісних і зникаючих видів, господарсько-цінних і тих, що проростають у природних угрупованнях.

З розвитком людської цивілізації без сумніву зменшується чисельність багатьох видів тварин (унаслідок безпосереднього знищення і через зміну умов життя). Життя може існувати лише у формі угруповань живих організмів (біоценозів). Чим складніші ці угруповання, тим вони стійкіші. Кожен вид наділений неповторним генофондом, є унікальним витвором еволюції. Тому збереження видового різноманіття вкрай важливе. Види в природі взаємопов'язані, кожен з них є системою еволюційно-інтегрованих популяцій.

Важливою екологічною проблемою є раціональне використання та охорона надр (верхня частина земної кори, у межах якої видобувають корисні копалини). Корисні копалини поділяють на паливні, рудні та нерудні. До паливно-енергетичних належать нафта, газ, вугілля, торф, сланці, радіоактивні матеріали; до рудних – чорні, кольорові, рідкі, благородні та

інші метали, до нерудних – фосфорити, калійні солі, технічні (азбест, графіт, тальк), будівельні (глина, пісок, гравій) копалини. Розроблено десятки програм з охорони надр, методів захисту в ході проведення подібних робіт. Однак дорожчим від корисних копалин є ґрунт. Він, як рослинний і тваринний світи, належить до вичерпних, але відновних природних ресурсів. Ґрунти використовують для вирощування найрізноманітніших культур.

Стан, використання й охорона ґрунтів пов'язані з ґрунтозахисними заходами, а саме – організаційно-господарськими (необхідність правильного розміщення організаційних територій – полів, доріг та ін.), агротехнічними (ведуть в усіх зонах, враховуючи їхні природні особливості, наприклад, боротьба з ерозією, дефляцією, вапнуванням та ін.), лісомеліоративними і гідротехнічними, рекультивації земель тощо.

Усі живі компоненти, у тім числі й кліматичні, геологічні, ґрунтові та інші, впливають на людей, їхні умови життя, щільність, побут, міфологію, ментальність та ін. Забруднення природного середовища підвищує рівень захворюваності населення (у середньому на 20%). Такі забруднювачі, як пил, зола, сполуки всіх металів, в тому числі арсену, ртуті, ванадію, свинцю, спричиняють захворювання легень, верхніх дихальних шляхів, підвищують смертність від раку, знижують гемоглобін, оксиди азоту знижують кров'яний тиск; аерозолі мангану подразнюють нервову систему, спричиняють пневмонію; сполуки кадмію призводять до серцево-судинних захворювань.

Земельні ресурси – це простори суходолу найрізноманітнішого характеру, зокрема, сюди належать території з добрим розвитком ґрунтового покриву, природні та антропогенні екосистеми, у тому числі й землі під різними антропогенними об'єктами. Загалом майже 75 % ґрунтів не використовують у сільському господарстві (орні землі становлять лише 10 % поверхні Землі, а луки і пасовища – понад 17 %). Орні землі займають найбільш придатні для обробітку землі – рівнини, долині схили, міжгірські улоговини, днища долин, великі косяки винесення. Межа землеробства у Європі перетинає 60-ту

паралель, а в азійській частині Євразії поступово знижується і ледь переходить позначку 50° пн. ш. Фактично, між двома зазначеними мітками проходить межа землеробства в Північній Америці (Канаді).

На земельні ресурси впливають природні процеси, наприклад, виверження вулканів або затоплення земель унаслідок підняття рівня Світового океану. Такі й подібні процеси людині не вдається ні усунути, ні зменшити, особливо коли йдеться про несприятливі впливи на ґрунт.

Украй негативно на ґрунтовий покрив впливає ерозія, яка призводить до руйнування і знесення його, а іноді й ґрунтотворних порід потоками води чи вітром. У цьому разі найбільшого руйнування зазнає верхній, родючий шар ґрунту. За деякими підрахунками, для створення родючого ґрунту потужністю до 20 см природа затрачає від 1500 до 1700 років (процес ґрунтоутворення становить 0,5–2,0 см за 100 років). Ерозійні ж процеси можуть знищити ґрунтовий покрив за два–три десятки років. Унаслідок водної та вітрової ерозії впродовж ХХ ст. на планеті втрачено 2 млрд га родючих земель активного сільськогосподарського призначення.

З-поміж інших забруднень нагадаємо радіоактивне, яке приховує велику небезпеку. З ґрунтів радіоактивні речовини потрапляють через рослини, організми тварин до людини, у якій спричиняють різні захворювання. Окремі, довгоживучі радіоактивні елементи зберігаються в екосистемах десятки і сотні років.

Зростання кількості радіоактивних речовин у довкіллі пов'язане з підвищенням інтенсивності ультрафіолетових променів, унаслідок чого жива речовина зазнає дедалі більшого впливу іонізуючих випромінювань, які є наслідком широкого розвитку ядерної енергетики, використання іонізуючих випромінювань у медицині, радіоактивних речовин у техніці тощо. Найбільшою техногенною катастрофою людства залишається Чорнобильська (1986), жахливі наслідки якої відчуватиме багато поколінь.

Унаслідок катастрофи різко посилюється електровиділення нейтронного потоку, був зруйнований реактор, з якого ви-

несені оксиди, карбіди, радіоактивні ізотопи (виникли під впливом нейтронів) піднялись на висоту до 1,5 км. Маса радіоактивних речовин у вигляді радіоактивних хмар була рознесена вітром і випадала на поверхню Землі у вигляді радіонуклідів протягом десяти діб. Вплив радіонуклідів посилювали дощі, що випадали і призвели до біогеохімічних перетворень трофічних ланцюгів. Концентрація радіоактивних речовин зростає завдяки радіонукліді  $Cs_{137}$ , який випромінює гамма-радіацію. Опромінення зазнали всі без винятку популяції, живі істоти будь-яких екосистем. Насамперед унаслідок радіаційно-хімічних перетворень незворотні процеси відбуваються безпосередньо в живій клітині (одно- і двониткові розриви макромолекули ДНК, ушкодження окремих клітин призводять до зміни речовинного складу тканин, порушення інших метаболічних процесів). У разі таких і подібних порушень молекул клітина втрачає здатність виконувати свої функції та забезпечувати структурні перебудови хромосом.

Опромінення порушує структуру ДНК, її функціональні властивості. Порушення і зміни хромосом відбуваються внаслідок іонізуючого випромінювання, ультрафіолетових променів та інших мутагенних чинників. Геномні мутації є шкідливими для організму і призводять до важких генетичних хвороб. Радіоактивний мутагенез (опромінення рентгенівською радіацією) пов'язаний з формуванням мутацій окремих генів, які можуть бути спадковими. Отже, дія радіації ушкоджує перш за все ДНК, що призводить до припинення поділу клітин, порушення їхньої проникності. Репродуктивна функція тварин і людини порушується з дозою опромінення приблизно 0,5 Гр. Наприклад, у людини ембріон є надзвичайно чутливим до дії іонізуючих випромінювань за дози 0,05–0,15 Гр, яка може виявитися для нього летальною. Найбільші аномалії розвитку припадають на перші тижні вагітності, коли формуються головні системи органів.

У процесі іонізації відбуваються перетворення нейтральних атомів (молекул) на частинки різного заряду. Унаслідок розщеплення іонізуючого випромінювання в речовині утворюються вільні електрони, що супроводжуються виділенням



тепла і підвищеною реакційною здатністю. Іонізуюче випромінювання (некорпускулярне електромагнітне й корпускулярне) поширюється в просторі у вигляді хвиль з широким інтервалом їхніх довжин. Різновидом електромагнітних хвиль є рентгенівські промені: корпускулярне випромінювання – це потоки елементарних частинок (електронів, протонів), ядер різних елементів (гелію, кисню та ін.), а також нейтронів, які становлять незаряджені елементарні частинки.

Під час випромінювання елементарних частинок – електронів, позитронів або  $\alpha$ -частинок – змінюється співвідношення між кількістю протонів і нейтронів у ядрі. Ізотопи, які зазнали розпаду, називають радіоактивними. Радіоактивний розпад призводить до появи нового ядра, яке перебуває в стані збудження і намагається вивільнитися від надлишку енергії, та супроводжується випромінюванням. Типами радіоактивного розпаду є альфа-розпад (викидають  $\alpha$ -частинки з ядра); бета-розпад (радіоізотопи та ін.).

У земній корі виявлено 340 ізотопів хімічних елементів: вони мають радіоактивні ядра, з яких близько 70 належать до важких елементів. Радіоактивними є всі елементи з атомним номером вище 80.

Радіоактивне випромінювання впливає на поверхневий шар земної кори – ґрунти, які є природним іонообмінним матеріалом. Радіонукліди в ґрунтах перерозподіляються з глибиною і в горизонтальних напрямках, потрапляють у рослини, ґрунтові води, водойми. Іони і молекули радіонуклідів, які містяться в ґрунтах, можуть міститися в ґрунтовому розчині або в так званій твердій фазі. Міграція радіонуклідів пов'язана з їхньою швидкістю в природних умовах, властивостями самого радіонукліду і властивостями ґрунтів, погодно-кліматичними умовами міграції.

Ступінь радіоактивного забруднення навколишнього середовища визначає радіаційний фон.

Властивості радіонуклідів пов'язані з їхньою хімічною формулою чи формами існування, знаком і значенням зарядів іонів, здатністю до гідролізу, адсорбцій на твердій фазі ґрунту. Радіонуклід, який входить до складу малорозчинних

сполук, наділений невеликою рухомістю порівняно з тим, що перебуває в іонній формі. Крім того, рухомість радіонуклідів залежить від заряду іона. Наприклад, у нуклідів стронцію і барію вона вища, ніж у нуклідів цезію і празеодиму.

Радіоактивні частинки вибухового походження (або ті, які пройшли через стадію рідкого стану чи були “сплавлені” з поверхні або без змін фазового стану сильно нагріті) виявились включеними в кристалічну ґратку частин, і їхній перехід у ґрунт відбувається значно повільніше порівняно з десорбцією іонів, що початково відсорбовані на поверхні. Моделювання міграції іонів у ґрунти в природних умовах ускладнене з огляду на неоднорідність ґрунтів і дію (подекуди одночасну) декількох міграційних механізмів. Для опису і прогнозування вертикальної міграції радіоактивних забруднень у ґрунтах використовують числові машинні методи, які враховують різні механізми міграції радіонуклідів і неоднорідну структуру ґрунтового профілю. Ґрунтовий покрив є адсорбентом і міграційним середовищем (поліфункціональність, наявність органічних речовин, просторова неоднорідність, непостійні властивості в часі).

Особливо забруднені ґрунти навколо промислових (металургійних) центрів. Вміст забруднювачів (особливо цинку, кобальту, хрому та інших важких металів) перевищує граничнодопустимі норми (ГДН) у ґрунтах поблизу промислових центрів (Краматорськ, Алчевськ, Маріуполь, Кривий Ріг, Запоріжжя, ін.) на 50 мг/кг і більше.

Найнебезпечніші забруднювачі – стронцій і цезій. Стронцій-90 має період напіврозпаду 29,1 року і потрапляє в організм з їжею та водою, відкладається переважно в кісткових тканинах та кістковому мозку (як і кальцій). Біологічний час його виведення з організму – 18 років, а продукти дають бета-випромінювання.

Період напіврозпаду цезію-137 – 30 років; в організм людини потрапляє з їжею. Є небезпечним для людини, оскільки поширюється по всьому організму у вигляді висоторозчинних сполук. Продукти розпаду дають бета-гамма-випромінювання.

Середньорічна доза опромінення людини від випромінювачів іонізуючої радіації (зовнішніх та внутрішніх) становить 77 мілірадів, що відповідає 0,0087 мрад/год. Їхній період напіврозпаду становить середню тривалість життя людини; вони створюють небезпеку онкологічних захворювань і генетичних порушень. Радіаційний стан фіксують радіонукліди в ґрунтово-поглинальному комплексі. Наприклад, чорноземи з високою здатністю поглинання зв'язують радіонукліди міцніше, ніж бідніші на органічну речовину легкі дерново-підзолисті ґрунти. Сільськогосподарське виробництво заборонене на ґрунтах, забруднення яких цезієм-137 перевищує 15 Бк/км<sup>2</sup>, а стронцієм-90 – 3 Бк/км<sup>2</sup> (одиниця радіоактивності – беккерель (Бк) – це кількість радіоактивного препарату, у якому відбувається  $3,7 \times 10^{10}$  розпадів за 1 с (аналогічна активності 1 г радію)). Хімічна природа радіонуклідів: цезій-137 рухливий, оскільки це одновалентний катіон. Його аналоги – калій і натрій. Щоб зменшити надходження цезію в рослини, використовують ці властивості, вносячи в ґрунт високі дози калійних добрив.

За хімічними властивостями стронцій-90 близький до двовалентних катіонів – кальцію і магнію. Для зменшення його потрапляння в рослини у ґрунт вносять хімічні меліоранти, збагачені цими елементами.

Відомо, що джерелом радіоактивного випромінювання є гірські породи (у тім числі й космос). Ізотопи елементів, які випромінюють іонізуючу радіацію, називають радіоактивними ізотопами. Рівень радіації визначений дозою інтенсивності випромінювання (переважно гамма-випромінювання), його вимірюють у рентгенах за годину (Р/год). Великі дози випромінювання, що перевищують 50–100 бер, призводять до променевої хвороби першого–четвертого ступенів. Наслідками цієї хвороби є загальна слабкість, головний біль, нудота, рвота, пронос, корчі з підвищенням температури, запаморочення з втратою свідомості. У кінцевому підсумку зменшується гемоглобін і виникає лейкемія.

Дозу випромінювання вимірюють дозиметричними приладами (індикатори-сигналізатори – прилади для виявлення

ювізуючих випромінювань). Радіоактивне забруднення визначають радіометричними приладами.

Радіоактивні ізотопи стронцію і цезію, якими практично забруднена земля, мають високу біологічну рухомість. Після радіоактивного забруднення на другий-третій рік відбувається перехід з ґрунту в рослини. Перехід радіонуклідів з ґрунту в рослини визначають коефіцієнтом накопичення  $K_n$  (відношення вмісту радіонуклідів одиниці рослинної маси  $C_p$  до його вмісту в одиниці маси ґрунту  $C_n$ :  $K_n = C_p / C_n$ ).

Простежено пряму залежність між вмістом радіонуклідів у ґрунті і кількістю переходу з нього в рослини. Стронцій-90 концентрується в коренеплодах – буряках, моркві, трохи менше – у бобових культурах і картоплі, ще менше – у злакових. Стронцію та цезію накопичується менше в озимих порівняно з ярими. Значно менше радіонуклідів фіксують у плодах фруктових дерев та ягодах кущів. Надходження радіонуклідів з ґрунту в рослини на практиці частково нейтралізоване вапнуванням, внесенням органічних речовин, глин, розширенням площ ярих і пізньоспілих сортів, тому вони майже вдвічі менше накопичують радіонуклідів порівняно з ранньоспілими.

Допустимі рівні вмісту радіонуклідів  $Cs_{137}$  (Бк/кг),  $Sr_{90}$  (Бк/кг) у продуктах харчування та питній воді (Бк/л) (Др – 97). відповідно: хліб, хлібопродукти – 20, 5; картопля – 60, 20; овочі (листяні, коренеплоди, столова зелень) – 40, 20; фрукти – 70, 10; м'ясо і м'ясні продукти – 200, 20; риба і рибні продукти – 150, 35; молоко і молочні продукти – 100, 20; чай (шт.) – 6, 2; вода – 2, 2; молоко згущене і концентроване – 300, 60; молоко сухе – 500, 100; свіжі дикорослі ягоди й гриби – 500, 50; сушені дикорослі ягоди й гриби – 2500, 250; лікарські рослини – 600, 200; інші продукти – 600, 200; спеціальні продукти для дитячого харчування – 40, 5 (Чайка В. С., Чайка В. В., 2002).

Радіонукліди надходять у сільськогосподарські культури залежно від типу ґрунту: рослини, які проростають на легких агро-лісових або лучно-болотних ґрунтах, виносять  $Cs_{137}$  і  $Sr_{90}$  більше, ніж ті, що ростуть на чорноземах.

Забруднюють землю не лише промислові підприємства і радіація, а й самі землероби (відходи в недавньому минулому великих ферм і тваринницьких комплексів). До заходів з підвищення ефективності використання земель належать: удосконалення структури сільськогосподарських культур, впровадження раціональної системи сівозмін, використання районованих сортів, повторних посівів (пожнивних), збільшення виходу продукції з гектара ріллі. Не менше значення має боротьба зі шкідниками, хворобами, бур'янами; проведення трансформації, меліорації і поліпшення угідь; широке застосування органічних і мінеральних добрив, відповідної до природних особливостей території і раціонального використання сільськогосподарської техніки.

Кожна з перелічених ланок, як уже зазначено, охоплює комплекс меліоративно ефективних і економічно доцільних, організаційно-господарських, агротехнічних, лісомеліоративних і гідрологічних заходів.

Актуальною проблемою сучасної науки є система дослідження природних процесів, прогнозування та комплексна оцінка змін у навколишньому середовищі під дією антропогенного навантаження. Сьогодні в Україні набуло широкого розвитку виснажливе використання земель. Агроекосистеми поступово втрачають внутрішню стійкість, стабільність і навіть для простого відтворення їхньої продуктивності потрібно буде більше невідновлюваних та енергетичних ресурсів. Землекористування в сучасних умовах повинно бути не тільки системою технічних заходів щодо перерозподілу земель, а й дієвим засобом досягнення еколого-безпечного (підтримуваного) землекористування в оптимальному поєднанні економічних, соціальних, екологічних інтересів суб'єктів земельних відносин. Землекористування впроваджували без наукового обґрунтування; тому відбулися суттєві негативні зміни у структурі землекористувань та організації території, зокрема сівозмін. Підтримуваний (сталий) розвиток, на відміну від традиційного розвитку економіки, передбачає збереження природного багатства земельних ресурсів. Агроекологічна оцінка ґрунтується на таких показниках:

екологічних (визначена ступенем порушення екологічної рівноваги у співвідношенні угідь в агроландшафтах і ступенем поширення в них інтенсивності прояву деградаційних процесів); економічних (економічна оцінка землі, вартість втрати, дефіцитність), фізико-географічних (означають місцезнаходження певних ділянок, механічний склад, агро- та фізико-хімічні властивості ґрунтів).

Еколого-ландшафтознавчий \* землеустрій у разі розробки проектів організації території новостворених агроформувань (землекористувань і землеволодінь) передбачає пріоритетність екологічних чинників з-поміж інших, оптимізацію розораності, створення середовище стабілізувальних компонентів (екотони), буферних зон, системи лісосмуг, заліснення і залуження крутосхилів та деградованих земель, збільшення лісистості та полезахисних лісосмуг. У місцях поширення та розвитку ерозійних процесів необхідне впровадження контурно-меліоративної організації територій, що пов'язано з проектуванням екологічно однорідних територіальних одиниць агроландшафтів з урахуванням орографічних елементів, природних фіто- і біоценозів угідь. Складання проектів землеустрою охоплює проектування земельної ділянки, оптимізацію структури сільськогосподарського призначення (зменшуючи частку ріллі та сільськогосподарських угідь). Найвагомим для економічно ефективного землекористування і землеволодіння є еколого-ландшафтний метод землеустрою.

Людство на порозі ХХІ ст зіткнулося з парниковими ефектами, озоновими дірама, кислотними дощами, забруднен-

О. Г. Ісаченко пояснює, “що, на відміну від ландшафтного ландшафтознавчого. – П.Ш.] екологічний підхід є окремим, оскільки він біоцентричний, і екосистема, на відміну від геосистеми, не має строгого об'єму (крапля води, дупло дерева, водойма тощо)”. Та обставина, вважає автор, що географічний погляд на природу ширший, ніж екологічний, висуває ландшафтознавство на “провідну роль у розробці наукових основ раціонального використання, охорони і поліпшення природного середовища” (див.: Миллер Г. П. (ред.). Ісаченко А. Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. М., 1991. – 366 с.).

ням вод, повітря, ґрунтів, нестачею питної води і продуктів харчування, що спричинило сировинні й енергетичні кризи. Ці та подібні проблеми стали глобальними. Концепції осягнення гармонії у взаємовідносинах людини та природи опрацьовували Е. Леруа, П. Тейяр де Шарден, В. Вернадський та ін. Важливу роль у взаємовідносинах людини і природи відіграли космобіологічні дослідження, зокрема, О. Чижевського. Учений розробив концепцію глобального зв'язку всього живого на Землі, біосфери загалом з фізичними чинниками наземного походження, а також впливу сонячної активності на природні процеси і здоров'я людини. П. Капиця обґрунтував ідею сприйняття планетарного характеру відносин людини з природою. М. Мойсеев розвинув концепцію проблеми збереження довкілля і пошуки варіантів виходу із глобальної екологічної кризи; філософсько-методологічні аспекти обґрунтовані у працях А. Горелова, М. Реймерса, Ю. Одума, М. Хилька, В. Шинкарука, М. Тарасенка, В. Крисаченка, О. Салтовського, М. Гроздинського та багатьох інших.

Зазначимо, що термін “сталій розвиток” запровадила Міжнародна комісія з навколишнього середовища і розвитку 1987 р. Він охоплює економічну, екологічну, соціальну, політичну, демографічну та інші складові. Концепцію сталого розвитку можна реалізувати за умови докорінних змін північних різновидів системи цінностей, змін у світосприйнятті та стереотипах поведінки, сприйняття діалогу усвідомлення і збереження розмаїтості культур. Перехід до умов сталого (підтримуваного) розвитку відбувається завдяки цілеспрямованій екологічній політиці, перегляду природоохоронного законодавства, заміні і переходу від енерговитратних до ресурсозберіжних моделей виробництва; безвідходних технологій; поглиблення екологічної освіти і виховання.

Індустріальний розвиток останніх десятиліть призвів до розширення експансії людини на природу, що дедалі очевидніше наближає до екологічної катастрофи. Відчуження людини від природи, ландшафту має непередбачені негативні наслідки.

Першим етапом на шляху до ноосфери (Е. Леруа, П. Тейяр де Шарден, В. Вернадський) може виявитися інформаційне суспільство. У працях М. Тимофеева-Ресовського, М. Мойсеева та інших опрацьована концепція коевольції людини і біосфери, що орієнтує людей на поглиблене осмислення шляхів злагодженої еволюції біосфери людини, обґрунтоване розуміння місця людини в процесах господарських і природних систем. Вихід з екологічної кризи В. Вернадський, К. Ціолковський вбачали у “космізації” життєдіяльності людини, в освоєнні космосу.

Світоглядне значення екологічної свідомості пов’язане з системою цінностей і може розвиватися на єдності людини і природи, гармонії, а також на творчій і практичній активності людини, її відповідальності за дотримання безпеки життя. Суспільство повинно пройти шлях від нераціонального споживання через екологізацію виховання, розвиток екологічної культури, підвищення уваги до екологічного чинника, всебічного аналізу й обговорення екологічних проблем до альтернативного типу цивілізації. І це, на думку багатьох учених, можливо за умов збалансованого обміну між людиною і природою; такий шлях дає світоглядну орієнтацію на гармонію з природою.

Екологічна свідомість не лише включає труднощі, з якими стикається суспільство, а й окреслює високий рівень суспільного розвитку, і в ньому розглядає людину й природу у контексті нових цінностей. У подальшому розвитку і розширенні екологічна свідомість громадян в Україні якби відсторонюється і відчужується від можливості прийняття рішень в екологічно значимих галузях. Необхідним є використання своєрідності українського менталітету, який зорієнтований на природу, її природний ландшафт.

Екологічні кризи поглиблюють деградацію природних систем життєзабезпечення, призводять до втрати біологічного та ландшафтного розмаїття. Важливими ознаками екологізації є контроль над екологічно небезпечними формами діяльності, що загострює увагу на потребі врахування законів життя і розвитку природи. Не менш важливим є перегляд наявної



системи цінностей, що ґрунтується на антропоцентризмі та орієнтації на природоцентризм з опікою над природними об'єктами. Крім того, важливим є одухотвореність природи й Землі, турбота про екологічну справедливість. Їм мають передувати екоосвіта як складова загальноосвітнього процесу, де розроблення концепції екоосвіти відбувається в поєднанні з усією освітньою ланкою на новій філософії освіти.

В історії розвитку і структурі сучасної біосфери Землі людина перетворилась у глобальний чинник планетарної дії.

Ідею походження людини від тваринних біологічних основ досліджували французькі природодослідники Ж. Бюффон, Ж. Б. Ламарк, Е. Ж. Сент-Ілер, які виявили спільність загальної біологічної основи тваринного світу, а в працях Ч. Дарвіна обґрунтовано процес еволюційного розвитку всього живого, у тому числі людини, якій, на відміну від тварин, властива свідомість.

Одним із примітивних типів давньої людини, виявленої на о. Ява, а пізніше в Південно-Східній Азії, Африці, є пітекантроп прямоходячий (500–300 тис. років тому). Географія поширення найдавніших попередників людини (архантропів) значна і стосується раннього та середнього плейстоцену (1800–300 тис. років тому), пов'язаного з початком зледеніння Землі. До неандертальської групи належать палеоантропи, які могли розводити вогонь і обробляти камінь.

Остання льодовикова епоха (50–30 тис. років тому) привела до появи сучасної форми людей – неантропів, зокрема кроманьйонців, які займалися полюванням і рибальством. обробіткою землі, побудовою житла і навіть мистецтвом. Удосконалення свідомості та форми суспільних зв'язків укотре виявилися еволюційним ходом на зміни (погіршення) природних умов.

Загальну будову біосфери, на пропозицію французьких біологів Е. Леруа і П. Тейяра де Шардена, доповнює введення ними поняття ноосфери. Сама концепція ноосфери ґрунтується на постулаті, що людству загалом притаманний здоровий глузд (розум), свого роду фарватер, з яким можна порівнювати ті чи інші дії або рішення. Фізичні системи – комп'ютер,

робот, принтер, інші фізичні системи природного або штучного походження – розумом не наділені. Вони позбавлені інтелекту і творчості, тоді як інші біологічні популяції в різний спосіб виявляють розум (собаки, кішки, дельфіни та ін.) (Вернадський В. И., 1989).

Цікаву концепцію про соціальний розвиток впливу енергії Сонця висунув Л. Гумільов: Сонце посилює імпульси, які спричиняють пасіонарні поштовхи; з послабленням сонячної активності пучки (кванти) енергій проходять (пролітають) невисоко над землею поверхнею, призводячи до мутацій.

Восени 2006 р. прилади для моніторингу озонового шару Землі, розміщені на супутнику NASA Aura, зафіксували низький показник товщини озонового шару. Середній розмір озонової діри перевищив 27 млн км<sup>2</sup> проти очікуваних 12–24 млн км<sup>2</sup>. Ця площа зрівнялася з площею Північної Америки. Вчені прогнозують, що розмір озонової діри над Антарктидою щорічно зменшуватиметься на 0,1–0,2 % протягом найближчих п'яти–десяти років.

Найважливішою складовою атмосфери є озоносфера, оскільки вона впливає на клімат і захищає все живе на Землі від випромінювання. У шарі озоносфери озон є в дуже розрідженому стані. Основна його маса перебуває на висотах від 10 до 50 км (максимально 18–26 км). Молекули озону поглинають тверде ультрафіолетове випромінювання Сонця, згубне для органічних молекул, з тому числі молекул ДНК, відповідальних, як відомо, на передавання спадкових ознак; твердий ультрафіолет легко поглинає вода, і тому він більше небезпечний для морських екосистем (насамперед планктону, що є в основі всіх харчових ланцюгів).

Озон – це їдкий, трохи блакитнуватий газ. Його молекула складається з трьох атомів кисню (O<sub>3</sub>). Він є найсильнішим окислювачем (отрутою), тому приземний озон небезпечний; він поглинає не лише біологічно небезпечне ультрафіолетове випромінювання Сонця, а й інфрачервоне випромінювання земної поверхні. Озон з'явився в атмосфері винятково хімічним шляхом і є наймолодшим атмосферним компонентом.

У стратосфері озон постійно зароджується і гине, отже, його шар складається з рівноважної кількості. А оскільки ця рівновага рухлива, то товщина озонового шару може змінюватися протягом доби, сезону тощо і пов'язана з багаторічними змінами сонячної активності. Концентрація озону у різних поясах також різна. Найбільша його кількість (46%) утворюється в стратосфері тропічного поясу (на висоті 26 км від поверхні). У середніх широтах він розташований нижче, узимку – на висоті 22 км, а влітку – 24 км; у полярних широтах максимум становить усього 13–18 км, і тут озон найінтенсивніше переноситься в нижні шари атмосфери.

Озоновий шар найбільше ослаблюють викиди висотних літаків і ракет, пальне з яких “випалює” в ньому діри. Ці діри існують дуже довго і майже не затягуються. Літаки, що летять на висотах 12–15 км, викидаючи пари, руйнують озон, а ті, що летять нижче 12 км, зумовлюють збільшення озону. У великих містах озон є складником фотохімічного смогу.

У земній атмосфері втримується всього 3 000 000 000 т озону, тоді як політ орбітального корабля з загальною масою понад 140 т знищує 10 000 000 т озону (у ході підймання до висоти 50 км).

Цікаво, що оксиди азоту відіграють важливу роль у формуванні й руйнуванні озону, причому в стратосфері відбувається каталітичне руйнування озону, а в тропосфері – каталітичне формування. Подібно до каталізатора під час руйнування озону діє хлор. Один його атом може зруйнувати до 100 000 молекул озону, перш ніж буде дезактивований або повернеться в тропосферу. Колись фреони розглядали як ідеальні для практичного застосування хімічні речовини, оскільки вони дуже стабільні, неактивні, а отже, не токсичні. Нині викид фреонів в атмосферу обчислюють мільйонами тонн. Хлор є агентом, відповідальним за появу озонової діри, його концентрація в самій озоновій дірі у сотні разів перевищує будь-який рівень, який можна було б пояснити з погляду атмосферної хімії. Незважаючи на заборону використання фреонів в аерозолях, у інших галузях їхнє використання обмежене не було. З 1987 р. протокол

в Монреалі підписало близько 150 країн, а до того – 1985 р. – підписано Віденську конвенцію про охорону озонного шару.

Замінником фреонів слугує пропан-бутанова суміш, яка, правда, вогнєнебезпечна. Дуже багато фреонів споживають холодильні установки (другі за обсягом споживання). Замінником фреонів є аміак, проте він токсичний і поступається їм за фізичними властивостями.

Проблема озонного шару дедалі більше тривожить наукову думку. Це ще одна загадка хиткого стану життєвих потреб на Землі.

Актуальність концепції ноосфери зумовлена тим, що її освоєння дало новий поштовх до вирішення багатьох світоглядних, теоретичних і суто практичних проблем. У ноосфері фіксують принципово нову єдність суспільства і природи, а отже, риси якісно нового рівня діяльності людини з біосфері.

В. Вернадський прийшов до концепції ноосфери в останні роки свого життя. Головна праця, присвячена цій проблемі, отримала назву “Наукова думка як планетарне явище” (1977), вона опублікована у збірнику “Роздуми натураліста”.

У другій половині ХХ ст. концепція ноосфери з огляду на усвідомлення людством загрози екологічної катастрофи та інших глобальних проблем підводить теоретичний фундамент під осмислення екологічної кризи. З одного боку, ця концепція включає етичні (моральні) аспекти про ноосферу, з іншого, – її розглядають з критичних позицій, в тому числі утопічності та неекологічності (наприклад, М. Булатов, І. Гумільов та ін.).

Концепція ноосфери з’явилася на стику природничо-наукового та гуманітарно-філософського вчення. Духовність у концепції ноосфери постає найвищим проявом життя. Ноосфера В. Вернадського – нова сфера, у якій матеріальна і духовна сторони буття осмислені та взаємопов’язані. Людина – органічна частина біосфери, а тому збереження живого на планеті є її благом. У ноосфері людство об’єднане в єдиний світовий організм, набуває планетарного змісту, що ґрунту-

ється на моралі. Крім того, ноосфера у В. Вернадського водночас є новим рівнем у розвитку біосфери в її взаємодії з розумом, а також гуманістичним ідеалом. Особливого значення набуває моральний принцип буття людини в ноосфері. На думку В. Вернадського, *Homo sapiens* у вченні про ноосферу є проміжною ланкою еволюції.

Однак у вченні В. Вернадського про ноосферу відчутний максималізм неминучості переходу біосфери у сферу розуму та переваги освоєної природи над неосвоєною (дикою). Більшість сучасних біосферних досліджень має екологічне спрямування. Ноосфера у світлі ідей синергетики – це самоорганізуюча система, майбутнє якої невідоме (точка біфуркації).

Екологічна криза може перерости в колапс без утвердження морально-етичних цінностей у людині. Важливою передумовою ноосфери є глобалізація (процес взаємного зближення); світ залишається єдиним у своїй багатоманітності.

Ідейними та теоретичними джерелами концепції ноосфери В. Вернадського були емпіричні спостереження, дослідження науковців, дедалі значніший вплив людської діяльності на земній поверхні, ноосферні вчення Е. Леруа та П. Теяра де Шардена.

Духовність стає найвищим проявом людського суспільства. Кризь її осмислення і тісноту взаємозв'язків з'ясовують нерозривність матеріального і духовного в людському бутті. Концепція ноосфери В. Вернадського має планетарний характер, вона об'єднує людство в єдине ціле й у взаємодії з планетарними процесами пов'язує соціум з природною основою. Учення про ноосферу перебуває лише на стадії становлення, колективний розум тільки "утверджується", "проникає" в біосферу, змінює її на засадах морально-етичних цінностей, відповідальності та моральних дій. Глобалізація стає необхідною передумовою становлення ноосфери з універсальною (загальноприйнятою) етикою і міжкультурним діалогом. Погляди вчених щодо глобалізації достатньо суперечливі. Глобалізація багаторазово підсилює ризики. Простір суспільного буття ущільнюється, стає одноріднішим, відкриває кордони, встановлює контакти будь-де на земній кулі. Глобалізація

є процесом перетворення людства на інтегральне ціле. Однак підходи до розгляду глобалізаційних процесів різні, що спричиняє різке їхнє несприйняття у формі антиглобалізму (різноманіття культур світу чи економоцентричного підходу до розуміння глобалізації). Поряд з легітимними формами міжнародної й державної політики у світовому співтоваристві складається світова потуга (надвлада), яка вибудовує усю конфігурацію сил та відносин у світі. У цих відносинах зіткнулися суперечності між державним суверенітетом, який підтримують національні держави, та глобалізацією економічних, культурно-ідеологічних і політичних процесів. Суспільний розвиток багатокладний і потребує різнопланового регулювання, індустріальна цивілізація грабує і знищує природу. Глобалізація в економічній та суспільній сферах уможливила усвідомлення єдності світової спільноти та співвідповідальності за екологічне майбутнє, а екологія перетворюється на практичну дисципліну, на певний різновид ідеології та світогляду.

Один із альтернативних поглядів на вирішення екологічних проблем пропонують послідовники філософії космізму (розуміння "космосу" більш глобальне (онтологічне), ніж поняття доквілля). Нові природничо-наукові міждисциплінарні дослідницькі програми (наприклад, синергетики) можуть сприяти становленню екологічної гармонізації доквілля, формувати адекватний погляд на екологічну систему як на самоорганізувальні системи. Сучасні філософсько-світоглядні концепції осмислення екологічних проблем, глобальної еволюції Земної планети як єдиного космічного, геологічного, біогенного й антропогенного процесу, дедалі повніше приводять до усвідомлення про глобалізацію як реальність (економічну, культурно-ідеологічну, інформаційно-культурну). Сучасні концепції, запропоновані на вихід з глобальної кризи, є лише наближеннями до істини. Концепція "сталого розвитку", що асоціюється з класичною концепцією прогресу доби Просвітництва, проголошена на самітах у Ріо-де-Жанейро та Йоганнесбурзі, не відповідає вимогам сучасності, оскільки доквілля (природне середовище) й надалі є сировинною базою економічного і

технічного розвитку людства. Зазначена концепція увібрала здебільшого здобутки західноєвропейсько-американської цивілізації. Лише багатоманіття ідей дають змогу сприяти розробці нових, глобальних ідей етики, філософії, економіки, політики і можуть орієнтувати людину на адекватне світосприйняття.

У книзі “Феномен людини” П. Теяр де Шарден простежив послідовну лінію одного великого процесу – від геогенезу (геохімічні, геотектонічні, геобіотичні пульсації) у біогенез і врешті – психогенез, який привів нас до людини (ноогенезу). Людський організм (за Т. Шарденом) вкрай складний і чутливий, і важко уявити собі, як він міг би акліматизуватися на іншому небесному тілі: “нашій ноосфері призначено відособлено замкнутися в собі і то не в просторовому, а в психічному напрямкові вона знайде, не покидаючи Землі і не виходячи за її межі, лінію своєї втечі”. Людство, на думку вченого, свої земні проблеми має вирішувати на Землі. А втечею для людства буде самоусвідомлення, щоб “лишити свою орґано-планетарну опору та ексцентруватися до трансцендентального центру своєї зростаючої концентрації”, щоб досягнути “кінця світу” – “внутрішнього повернення до себе цілковито всієї ноосфери, яка досягла одночасно крайнього ступеня своєї складності і своєї зосередженості”.

“Кінець світу – переворот рівноваги, від’єднання від своєї матеріальної матриці, свідомості, що врешті-решт досягла досконалості.

Кінець світу – критична точка одночасного виникнення і виявлення, дозрівання і вислизання”.

Чинником створення ноосфери В. Вернадський уважав усю розумову діяльність людини, а тому називав сумісними ноосферогенез з антропогенезом Землі і Космосу. Космічним, а не земним він уважав життя; а біосфера є формою існування земного буття.

Інше фундаментальне припущення В. Вернадського: людина є закономірним і необхідним породженням земного життя, а жива речовина (у тім числі людина) здатна визначити ходу “геологічних” і космогенетичних процесів. Вияв

ноосфери він вбачав у розвиткові науки, повноті наукового знання. “Людство, взяте в цілому, стає потужною геологічною силою. І перед ним, перед його думкою і працею стає питання про перебудову біосфери в інтересах людства, що вільно мислить як єдине ціле”. (В. Вернадський. “Кілька слів про ноосферу”).

Релігія є світоглядною основою процесу подолання суперечливого індивідуального буття людини, яке зумовлене діяльністю і природничого, і соціального існування. Вона постає специфічним засобом зняття “розірваності” буття особистості, яке зумовлене наявністю в людині тіла і душі, раціонального та ірраціонального, смертного і безсмертного, засобом звернення до потойбічного вічного життя, що виводить таке існування за межі форм тільки земної життєдіяльності й утверджує самоусвідомлення індивіда як вічної істоти.

Також релігія – це специфічна ціннісна система, вона формує буття духовного. Бог (для християн, мусульман) постає як абсолютна цінність і виконує функцію світоглядно-духовного засобу об’єднання окремих людей у спільноту. Свої специфічні функції релігія реалізувала через ритуали та обряди, які є засобом сакралізації явищ та речей світу і мали важливе значення для життя не лише первісного суспільства; її одухотворююча роль – невичерпна.

Глобалізація ХХ ст. спричиняє взаємодії і водночас протистояння різних світових культур, релігій. Кожна з функцій релігії формалізована засобами тієї чи іншої галузі культури. Наука – єдина сфера культури, яка не послуговується посиланнями на Бога, не репрезентує ті чи інші аспекти релігії, оскільки в неї інші цілі і функції. Вона є свого роду альтернативою релігії. Наука вивчає, як відомо, дійсність, зміни в ній й прогнозування. Метод науки – теорія (логіка), що ґрунтується на емпірії. Однак ні емпірія, ні логіка методологічно неспроможні заперечувати існування Бога, оскільки наука постає факти, а не істини, і ці поняття в науці методологічно ніби розведені одні від інших.

Релігійна культура асоціюється з мистецтвом у вузькому значенні. А в широкому – це і культура поведінки, і культу-



ра спілкування, господарства тощо, врешті – це світогляд. У релігії мораль є функцією віри і світогляду.

Релігія і сьогодні вагомий чинник у формуванні людини, її позиції (цивільної, моральної, спадкоємності ціннісних аспектів, історичних джерел), у визначенні принципів ставлення до культури минулого і сучасного, критеріїв відбору культурних цінностей. Культура, її зміст надзвичайно різно-рідний, а функціональний діапазон релігії надто широкий. Релігія має вплив практично на всі сфери людської життєдіяльності, виражаючи моральні норми, ціннісні орієнтації, світогляд і форми мистецтва; релігійне начало є ядром національної культури. Релігія відіграла важливу роль у процесах етноінтеграції та етноідентифікації українців й нерозривно пов'язана з культурою і долею українства. Культура завжди має національні та індивідуально-етнічні (а не абстрактно-людські уніфіковані) форму і зміст. У кожного народу своя етнічна історія, складний процес змін та подій. Між етносом, культурою і релігією існує глибокий зв'язок: етнос є вихідним для релігії, середовищем для її появи та функціонування; релігія одухотворює життя, підносить його до вищих цілей, зберігає і ретранслює традиції і звичаї. Культура та релігія – це форми, у яких виражається самосвідомість нації її раціональний, ірраціональний, емоційний потенціал та історична доля (Гуцуляк В. М., 2008).

Людина в трактуванні сучасного природознавства є цілісним природним і соціокультурним явищем. Загальне розуміння здоров'я охоплює фізичне, розумове і соціальне благополуччя. Певний успадкований запас життєвої енергії визначає життєвий шлях, здоров'я індивіда. У стані перевантаження (стресу) життєвоважливі системи зазнають негативних змін. Стабільність і тривалість життя багато в чому визначені поміркованістю і рівномірністю витрат життєвої енергії. Вк людини має подвійну шкалу відліку – хронологічну і фізіологічну.

Уживання їжі повинно бути поміркованим та унормованим. Наприклад, надмірне вживання солі може призвести до підвищення кров'яного тиску, а цукру – до швидкого руйну-

вання зубів, підвищення рівня холестерину в крові з подальшим захворюванням серця. Будь-яке порушення рівня цукру в крові може призвести до порушення роботи клітин мозку, якому для обміну речовин необхідна глюкоза. З м'ясом в організм надходить холестерин, якого нема у жирах рослинного походження. Холестерин спричиняє серцево-судинні захворювання. Необхідно пам'ятати, що в тканинах тварин містяться відпрацьовані продукти, а їх виводять нирки.

Працездатність (і, відповідно, здоров'я) пов'язана з віком. Уважають, що в людини віком від 18 до 29 років найінтенсивніша інтелектуальна і логічна діяльність. З роками вона знижується: до 30–40 років на 4 %, до 40–50 років – на 20 %, а у віці 60 років на 25 %. Найбільша працездатність (на противагу втомі) у межах доби припадає на 10–13-ту і 17–20-ту години, найнижча в нічні години. Періоди піднесення чергуються з годинами спаду. Найпродуктивнішими днями тижня є вівторок, середа.

Науку про те, як стати і бути здоровим, про закони формування, збереження і розширення життєвого потенціалу людини називають валеологією. Це система знань, яка формує уявлення про здоров'я людини, розглядає проблему людини і здоров'я на різних рівнях. Одне з найважливіших завдань валеології – навчити людину цінувати своє життя, а отже, навчити її бути здоровою, закріпити принципи здорового способу життя.

Здоров'я виражає індивідуальний і психологічний стан задовольнити свої основні життєві потреби. Розрізняють типи здоров'я, наприклад, окремих індивідуумів, населення загалом. Здоров'я успадковується генетично, зумовлене способом життя, станом довкілля, умовами праці, можливостями медицини, фізичною культурою тощо. Воно є фізичним, духовним, соціальним благом. Здоровий спосіб життя неможливий без свідомого збереження на практиці принципів відмови від шкідливих звичок, раціонального харчування, програм здорового способу життя, якості довкілля та ін.

Мета будь-якого життя – розвинути свої здібності та покликання, свій потенціал. Але для чого? Мимоволі напрошу-

ються слова І. Канта: філософія зобов'язана відповісти на два питання: “Хто ми такі?” і “Куди ми йдемо?”. На ці питання людина не в силі відповісти.

І людина, і людство, і Сонце – усе минуче і короткочасне, і не тільки в межах Сонячної системи, а й у межах галактик. Деякі вчені вважають, що 15–20 млрд років тому всі речовини Всесвіту концентрувалися в “сингулярності” – стані малого об'єму величезної щільності і температури (концепція універсального еволюціонізму).

### **Екологічна культура**

Екологічна свідомість зумовлена загостренням конфліктів у відносинах між людиною і природою, глобалізацією тощо. Екологічні проблеми неможливо вирішити тільки технічним шляхом. Важливою складовою сучасного світогляду має стати визнання природи однією з найвищих цінностей людства.

Проблема екологічної свідомості набуває особливого значення в сучасних умовах поглиблення суперечності між людиною і природою, оскільки аналіз екологічної свідомості розглядають як відображення єдності суспільства та природи, розуміння спільного з нею майбутнього та визначення свого місця в екосистемі.

Екологічна культура відображає сприйняття значущих для суспільства екологічних проблем, формує світоглядні доктрини в соціальній, економічній, духовній, політичній сферах. Екологічна свідомість формує екологічне суспільство, яке передбачає екологічні проблеми та адекватно на них реагує. Природне середовище є рівноправним суб'єктом цивілізаційного розвитку, а не об'єктом, що віддає свої ресурси. Вона перебуває у тісному зв'язку зі світоглядною концепцією співвідношення свідомості і буття, гносеологічною парадигмою принципового пізнання світу.

На розвиток екологічної свідомості на початку ХХ ст. значно вплинула ідея ноосфери Т. де Шардена, а В. Вернадський бачив у ній перспективу розвитку людського суспільства з керівною роллю розуму. У цьому контексті екологічна свідомість розглядає людину і природу у світлі нових цінностей,

коеволюційного розвитку суспільства і природи. На жаль, поки що нема прикладу суспільства, яке можна назвати екологічним. Останнім часом набули актуалізації питання, пов'язані з концепцією сталого (підтримуваного) розвитку, екологічною безпекою та екологічною політикою.

Сталий розвиток передбачає радикальні зміни панівних різновидів систем цінностей, зрушень у світосприйнятті, стереотипах поведінки, життєвих установках людей за умови якісного підвищення рівня координації дій різних країн, соціальних груп, збереження розмаїтості культур. Екологічна криза в умовах індустріального суспільства водночас є соціальною кризою загальнолюдських рис людини. Відчуження людини від природи стало страшною соціальною хворобою з негативними наслідками (Ж. Ламарк, У. Дуглас).

Екологічна свідомість, на відміну від екологічного знання, є аспектом суспільної свідомості, важливою складовою сучасного людського світогляду й масової свідомості, яка спонукає до екологічно безпечної діяльності в природі. Екологічно обґрунтоване природокористування можливе лише за умов масової екологічної грамотності. Принципові завдання екологічної освіти та формування екологічної свідомості потребують не лише засвоєння теорії та практики загальної екології як однієї з фундаментальних засад природокористування (багато знаємо, мало розуміємо). Багатоманітні знання необхідно довести до розуміння; пов'язати його в єдину концептуальну основу. Розуміння є компонентом мислення. Воно пов'язане з внутрішнім переконанням, інтуїцією і є можливою передумовою цілісного органічного світобачення. Потреба у такому світобаченні очевидна, оскільки від органічної сумісності людини та природи дедалі більше відходить культура. Людська істота переходить у сферу впливу науково-технічної цивілізації. Виникає диспропорція у відношеннях культура-цивілізація. Тому сильнішим стає бажання людини повернутися до її початків, відновити первинну цінність, апелювати до культурної онтології людського існування. Завдання екології в освітянському аспекті зводиться до пошуку засобів збереження природи, до спроби людського розуму досягнути

таємниці буття, таємниці людського життя, з якого, мов з джерел, пульсує людська культура усіх народів Землі.

Сучасна освіта перетворилась на сферу послуг, езотеричну галузь професіоналів, і в ній екологічні знання стали аксіоматичними. Знання, у тім числі екологічні не повинні обмежуватися простою поінформованістю (навчанням), а мають виходити на складні проблематичні процеси виховання і втаємничене розуміння життя, живих систем; екосистеми Землі загалом. У кожній з живих систем є щось безконечне. Звідси усвідомлення різноякісних явищ життя певною мірою виходить за межі біології і переходить у статус загальноекологічних. Життя (реальне життя) є вінцем природи (Божого промислу), а тому стоїть вище від будь-яких спроб його пізнання. Життя постає як наскрізний вимір усіх без винятку природних та соціальних утворень.

Формування екологічної свідомості пов'язане з переосмисленням усталених уявлень про взаємодію людини з природним середовищем. На жаль, сьогодні простежується розрив у свідомості сучасної людини між природою – пасивним та аморфним тлом – і активними “перетворювачами” природи.

Мабуть найскладнішим і найменш досліджуваним предметом наукового дослідження є людина. Вивчити її засобами науки практично неможливо.

Екологія є наукою про відкриті системи, а радше – екосистеми у трикутнику термінів “життя”, “природа”, “людина”. Саме у цьому сплетінні формується адекватна екологічна свідомість нинішнього адепта. Екологія як інтегративна дисципліна є надзвичайно актуальною, репрезентує найпріоритетніші напрями сучасного наукового дослідження; формує сучасний світогляд людини. “Перехресний” напрям екології, на думку французького дослідника Ж. Дельо-за, пов'язаний з такими здобутками: 1) дослідженням географічного розподілу видів завдяки науковим експедиціям (О. Гумбольдт); 2) оформленням еволюційних уявлень, перетворенням часу на найважливіший параметр процесу еволюції та регулювання популяції (А. Уоллес, Ч. Дарвін); з

розвитком хімії, яка проявила процеси, що забезпечують стабільність коловоротів життя (Ю. Лібіх, С. Подолинський, В. Вернадський). (Deleage J. P., 1991).

Неадекватність осмислення та усвідомлення суті екологічних проблем і неефективності їхньої практичної реалізації зумовлена нездатністю людини (суспільства) сприймати природу як щось ціле. Вона радше захоплюється її фрагментами. Тому, незважаючи на нестримний конвеєр періодичних видань, діяльність міжнародних організацій, конгресів, симпозіумів, екологічна криза поглиблюється, її не лише не розв'язано, а й до кінця не усвідомлено. Тому принципово важливо навчити мислити себе у нерозривній єдності з природою й органічному зв'язку зі світом.

Наші дії не зажди є результатом нашої свідомості. Свідомості передуює життєвий процес, він її корегує, прагне впливати на нього, зорієнтувати на нову мету. Передумовою свідомості є інстинкт як форма досвіду, завдяки якому індивід пристосовується до умов середовища. Для повноти предметності вираженої екологічної свідомості необхідна інтеграція набутого "в науках про природу" та "в науках про людину"; їхнє поєднання є необхідною тезою становлення нової системи освіти нашого сучасника. Нинішня система освіти має на меті не стільки виявити традиційні відходи у справі "підкорення природи", скільки створити передумови до формування людини, здатної адекватно орієнтуватися і робити правильний вибір у реаліях, що склалися.

Якщо порівняти особливості основних процесів, що відбуваються в біосфері і суспільстві, то вони є докорінно відмінними. Наприклад, регулювання чисельності популяції в біосфері відбувається шляхом боротьби за існування (на протиположним гуманним принципам розвитку цивілізованого суспільства, у якому життя людини є вищою цінністю). Еволюція біосфери проходить від простіших форм до сучасного різноманіття життя під впливом сонячної енергії, тоді як розвиток цивілізації потребує швидкого споживання енергії (поклади нафти швидко вичерпуються).

Екосистема функціонує завдяки майже замкнутим круговоротом речовини, у процесі ж виробництва людина підриває запаси природних ресурсів, забруднює середовище.

Природні системи, у яких ресурсний потенціал не вичерпується, а довкілля не забруднюється, наділені здатністю до самоорганізації, самовідновлення і саморозвитку, а техногенні системи потребують постійної підтримки, оскільки не здатні до саморозвитку; вони руйнуються через штучний механізм уведення їх у дію (ентропія, на противагу природним системам, у них збільшується). З огляду на це природно-господарські системи, природно-господарські територіальні системи повинні зберегти розширене відтворення природної складової, зберігши природні екосистеми і перш за все рослинні угруповання. Це можливе за умови безперервного і ощадного керування природно-господарськими системами, середовищезахисні функції яких рівнозначні (або близькі до цього) функціям природних екосистем, які людина порушила. Крім того, наслідки господарської діяльності людини з її несприятливими для життя людини умовами мінімізують уведення екологічно чистих технологій.

Відмінності поширення ландшафтів і життєдіяльність етносів у них пов'язані нерозривними зв'язками. Зусиллями Ш. Монтеск'є, згодом А. Гумбольдта, К. Ріттера, Д. Марша та інших було розроблено ідею гармонії людини і природи, узгодження впливу господарства на природне середовище; ця концепція набула широкого розголосу й заклала основи антропогеографії. З втратою духовності, що є очевидною і повсюдною ознакою сьогодення, людина втрачає здатність повноцінно відтворити себе, "не може відтворюватись саме як феномен людини".

Яка роль ландшафту у розподілі людства на етноси як цілісні угруповання з близькими стереотипами поведінки? Проблемним залишається питання поєднання етногенезу та ландшафтогенезу у єдиний процес. Складність середовища зумовлює складність організації ландшафту, відбувається складний процес взаємопроникнень і взаємовідображень

у системі етнос–ландшафт (теорію етногенезу розробляли А. Тойнбі, Л. М. Гумільов та ін.).

Етногенез репрезентує людську спільноту, яку об'єднує спільна ментальність, мова, культура, територія. Етнос є структуризованою інформаційною системою. Концепція етносу Л. Гумільова (1990) визначає його розвиток внутрішніми (енергетичними) причинами. Основою (стрижнем) етносу є рівень пасіонарності, тобто здатність його членів змінювати (і змінювати) цінності нових відносин, які можна пояснити концепцією самоорганізації критичності (внутрішня динаміка такої системи породжує структурні перебудови). Зasadнича риса тут – рівень пасіонарності. Різні етноси з різною культурою створюють різні мислені образи реальності. Ландшафт на зрозумілому рівні впливає через перцепцію на інтенції суб'єктів як складових етносу. Він відтворює організацію середовища, яке людина одомашнює, змінює, особливо в містах (урбоетнос). Природний ландшафт у містах асоціюється з штучним середовищем (антиприродою), знедуховлює і викликає ставлення людини до навколишнього світу.

Л. Гумільов уважав, що український етнос є лише складовою російського народу. Згідно з теорією “пасіонарності”, етногенез – це проходження суперетносом (групою споріднених етносів) чотирьох стадій розвитку: історичне становлення етносу, історичне існування етносу, історичний занепад і стадією наприкінці історичних реліктів. За теорією Л. Гумільова, етнос – це є стійкий колектив людей, який при цьому склався і протиставляє себе іншим аналогічним колективам (зі своєрідним стереотипом поведінки, що змінюється впродовж історичного часу). Визначення етносу за ознаками мови, культури, територіальної єдності, спільності економічного життя передбачає виявлення домінантної етнодиференціальної ознаки як феномена етносу.

У геологічній історії біосфери перед людиною відкривається величезне майбутнє, якщо, зрозуміло, вона свій розум не зредукватиме на самознищення. Свідомо і несвідомо людина змінює фізичні та хімічні властивості ґрунту, атмосфери, природні води суходолу тощо. Біосферу в ході еволюції



людського суспільства, яке виражає сукупну еволюцію розумових здібностей людини, науки і культури, освоєння щораз ефективніших джерел енергії, знарядь і технологій праці, замінює техносфера.

Гармонійний розвиток суспільства передбачає задоволення тих чи інших потреб, а це немислимо без експлуатації природних ресурсів як частини загального природного потенціалу ландшафтів. До оцінки природного потенціалу треба підходити з економічних і екологічних (ландшафтознавчих) позицій.

В екології сплелися два найважливіші підходи щодо використання ресурсів природного середовища. В економічному підході оцінюють вартість природних ресурсів, зокрема, вартість сировини на ринках (внутрішньому – зовнішньому), затрати на видобуток і транспортування до місця переробки, економічну доцільність розвивати саме ту чи іншу галузь і вибір взаємовиключних видів природокористування (наприклад, промислового виробництва і рекреації). У кожному конкретному випадку людина має вибір – зберегти ландшафт чи видобувати корисні копалини. Інший підхід – екологічний, спираючись на який, ресурсний потенціал ландшафту оцінюють з погляду сукупності умов, важливих перш за все для життя всіх живих організмів, включаючи людину.

Еколого-економічна оцінка використання природних ресурсів охоплює оцінку затрат на рекультивацію природного потенціалу ландшафту після його порушення. Ігнорування еколого-економічної оцінки використання природних ресурсів має негативні й не завжди передбачувані наслідки – затрати на рекультивацію земель інколи перевищують вартість використання ресурсів, а це, відповідно, знижує працездатність, підриває здоров'я тощо.

Стан природних ресурсів прямо пов'язаний з розвитком суспільства, проте їхнє надмірне використання зменшує їхні запаси і сповільнює відтворення. Природа відновлювала порушення в екосистемах, зберігала в них рівновагу. Це породжувало в людині уявлення про безмежність природних ресурсів, формувало споживацьке ставлення до природи (людина-творець витісняє людину-споживача).

Відмінності в природних і соціально-економічних системах, відмінності в процесах, що в них відбуваються, породжують економічні проблеми.

У ландшафті впродовж тривалого геологічного часу сформувався механізм самокерування і стійкості (гомеостазу) екосистеми. Меостаз природних систем зумовлений їхньою відкритістю (черпає енергію і речовини для свого функціонування) і забезпечує внутрішню цілісність системи, у якій збалансовані функції живої і неживої речовини. Природні системи, завдяки механізму самокерування (згідно з другим законом термодинаміки), прагнуть до більшої організації, більшої стійкості. Ступінь неупорядкованості (ентропія) у природних системах зменшується, тоді як в техногенних системах (містах, промислових підприємствах тощо) збільшується (урбанізація, забруднення та ін.). Техногенні системи можуть зберегтися за умови постійних матеріальних (інтелектуальних) і енергетичних затрат з боку суспільства.

У техносфері (ноосфері) розвиток веде “до заміни живих процесів”. Речі, позбавлені саморозвитку, поповнюють руїни колишніх цивілізацій і нагромадження величезних кучугур сміття навколо великих міст. Назвати розрізнені на держави, блоки, політичні, економічні, етнічні союзи єдиним і розумним цілим навряд чи можна. Крім того, людині притаманна низка психологічних особливостей – поєднання логічного і нелогічного, раціонального та ірраціонального. А тому щасливе суспільство, згідно з концепцією ноосфери В. Вернадського, радше утопія і міраж.

Який вибір і виклик прийме людство на майбуття, важко передбачити; екологічні проблеми ймовірно розвиватимуться за трьома основними сценаріями: 1) життя у “борі”, коли фактично невирішені нинішні проблеми перекидатимуть на майбутні покоління; 2) фрагментація світу (розкол за політичними впливами, за ресурси тощо); 3) системні трансформації, які поєднують узгодження дій; формування розуміння безконфліктності для втілення стабільно прогресивного процесу.

## Питання для контролю і самоконтролю

---

1. Що таке екологія, екологічна криза, глобальна екологічна катастрофа?
2. Які негативні наслідки має техногенний вплив на водні ресурси?
3. Які найважливіші принципи і закони екології?
4. Які шляхи уникнення екологічної катастрофи, на вашу думку, найбільш дієві й ефективні?
5. Що таке екологічна рівновага?
6. Які принципи функціонування екосистем?
7. Що таке ноосфера? Які шляхи побудови концепції ноосфери можуть бути окреслені сьогодні?
8. У чому сутність концепції В. Вернадського про біосферу?
9. Принципи раціонального харчування та їхнє значення в житті людей.
10. Яка роль озонового шару атмосфери у розвитку життя на Землі? Якою є загроза людству від руйнування озонового шару (озонових дір)? Як цьому можна було б запобігти?
11. Назвіть причини і наслідки парникового ефекту?
12. З'ясуйте вплив екологічної обстановки в Україні на життя і здоров'я її населення.
13. Які наслідки ядерного конфлікту (ядерної зими)?

## Список літератури

---

### Основна

1. Крисаченко В. Екологія. Культура. Політика / В. Крисаченко, М. Хилько. – К. : Знання України, 2002.
2. Кучерявий В. П. Екологія / В. П. Кучерявий. – 2-ге вид. – Львів : Світ, 2001.
3. Мельник А. В. Основи регіонального еколого-ландшафтознавчого аналізу / А. В. Мельник. – Львів : ЛНУ ім. І. Франка, 2002.
4. Вернадский В. И. Биосфера и ноосфера / В. И. Вернадский. – М. : Наука, 1989.
5. Тейяр де Шарден. Феномен человека / Тейяр де Шарден. – М. : Наука, 1986.

6. Бачинський Г. А. Соціоecologia: теоретическіє і прикладні аспекти / Г. А. Бачинський. – К. : Наукова думка, 1991.
7. Протасов В. Ф. Ecologia : терміни і поняття. Стандарти, сертифікація. Нормативи і показателі : учеб. і справочное посібие / В. Ф. Протасов, А. С. Матвеев. – М. : Финанси і статистика, 2001.

#### Додаткова

1. Білявський Г. О. Основи загальної ecologii / Г. О. Білявський, М. М. Падум, Р. С. Фурдуй. – К. : Либідь, 1993.
2. Гуцуляк В. М. Медична географія. Ecologічний аспект / В. М. Гуцуляк. – Чернівці : Рута, 2008.
3. Карпова Г. Оцінка ecologічного стану водойм методами біоіндикації. Перші кроки до оцінки якості води / Г. Карпова, Л. Зуб, В. Мельничук, Г. Проців. – Бережани, 2010.
4. Чайка В. Є. Ecologia / В. Є. Чайка, В. В. Чайка. – Вінниця : Книга-Вега, 2002.
5. Вишневский И. Л. Энтропия в природе и обществе / И. Л. Вишневский, А. Н. Лашер, И. В. Салли. – М., 1994.
6. Эволюция : сб. статей / пер. с англ. Н. О. Фоминой. – М. : Мир, 1981.
7. Deleage J. P. Histoire de l'ecologie: Une science de l'homme et de la nature / J. P. Deleage. – Paris, 1991.
8. INTERNATIONAL CONFERENCE on ENERGY, ENVIRONMENT and DISASTERS (Inceed 2005). Bridging the Gaps for Global Sustainable Development (UNESCO – ISEG - GADR). Charlotte, North Carolina, USA. July 24-30 2005.

## ГЕОГРАФІЯ: СИНТЕЗ СОЦІАЛЬНОГО І ПРИРОДНОГО

Географія (від гр. *geographia* – опис Землі) охоплює комплекс наук, які вивчають земну поверхню – географічну оболонку та її складові (тверду оболонку – літосферу, атмосферу, переважно нижню її частину – тропосферу, води, рослинний і тваринний світ).

Загальні закономірності побудови, складу і розвитку географічної оболонки досліджує загальна фізична географія; ці ж фізичні закономірності на місцевих проявах досліджує регіональна фізична географія. Географічну оболонку як цілісне явище природи можливо вивчити за допомогою детального пізнання всіх її компонентів і наук, наприклад, геоморфології, кліматології, гідрології, біогеографії та ін.

На противагу фізичній географії, економічна розглядає географічне розміщення виробництва, умови й особливості його розвитку в різних регіонах і країнах, вона є не природничою, а суспільною дисципліною.

Історію природничо-географічних наук можна умовно розділити на класичний, некласичний, постнекласичний періоди, які відображають стиль наукового мислення і формують наукову картину світу.

Методологія класичного періоду, за визначенням В. В. Кізіми, орієнтує на географічний детермінізм, тобто розуміння природи як провідного чинника, і узалежнює діяльність людини від природного середовища (людина є об'єктом, а середовище – суб'єктом).

Класична наука географічного природознавства охоплює період XVII–XVIII ст. (додисциплінарний), до XIX ст. (дисциплінарний – досліджували прості конкретні об'єкти, абстрагуючись від суб'єкта – дослідника).

Класичні дослідницькі підходи об'єднують порівняльний, історичний, генетичний та еволюційний методи. Порівняльний метод (підхід) дає змогу виявити схожості та відмінності процесів, властивостей, станів кількох досліджуваних об'єктів та їх самих загалом (порівнюють за подібністю розташування, структури, функції для зіставлення різних часових станів одного об'єкта). Ним послуговуються для класифікування (таксонування), генералізації, оцінювання та прогнозування. Він допомагає виявити загальні та відмінні ознаки, властивості досліджуваних об'єктів і стани та етапи процесів їхнього розвитку. Для порівняння необхідна однорідність вихідного матеріалу дослідження, стандартизація прийомів збереження і форм фіксування даних (порівняльний підхід тут за змістом є дещо наближеним до методу аналогії).

Історичний підхід у застосуванні до конкретної науки дає змогу отримати нове знання з історії розвитку знань про об'єкт галузі загалом, пов'язуючи історичний і логічний принципи, вивчення яких дає інтегративне знання з природничої історії ландшафтною оболонки (палеогеографії, історичної географії, історичного ландшафтознавства, історії географії).

Генетичний підхід допомагає досліджувати процеси виникнення, походження і становлення явищ, які розвиваються. Він відтворює об'єктивний хід формування нових явищ дійсності та нового знання і потребує з'ясування умов розвитку досліджуваного явища, етапів та основних тенденцій його змін. А тому генетичне та історичне доповнюють і збагачують одне одного.

Еволюційний підхід виражає вчення про розвиток живої природи (біологічне еволюційне вчення), що виявляється в поступовому розвитку сутності в ході її кількісно-якісних змін. Якісні зміни розкриваються у зламі кількісних (поступових) накопичень – у революції. У природі їх називають природними катастрофами. Терміном “еволюція” у природознавстві нерідко означають зміни і розвиток узагалі живої та неживої природи (Мороз С. А., Онопрієнко В. І., Бартник С. Ю., 1997).

З екоєволюційним дослідницьким підходом пов'язаний підтримуваний розвиток.

У неокласичній науці (науці переважно ХХ ст.) визначальне місце в ландшафтній оболонці відведене людині, її пізнавальній діяльності, яка, як суб'єкт, вивчає об'єкт.

Людина в інформаційному суспільстві отримала нові реальності, наприклад, синтезувала речовини, яких нема у природі. Антропогенний вплив на природні умови призвів до незворотних змін у природі і підвів сучасне людство до грані самознищення.

З-поміж загальнонаукових дослідницьких підходів неокласичному періоду властиве поєднання системного, екологічного, конструктивістського, кібернетичного, синергетичного та інших підходів.

Постнекласична наука визначена об'єкт-суб'єктними співвідношеннями, певними зрушеннями у змісті та формі досліджень, вона переходить до цілісних об'єктів. Формою організації знання для класичної науки був закон (і факти), для неокласичної – теорія, а для постнекласичної – концепція. Отже, постнекласична наука за об'єктами дослідження має складні утворення, що розвиваються самі по собі.

Формою Земля, як уже зазначено, нагадує еліпсоїд, а точніше – геоїд, екваторіальний радіус її становить 6 378 км, полярний – 6 357 км. Загальна площа Землі – 510,1 млн км<sup>2</sup>. Щільність гірських порід, з яких складена земна кора, є значно меншою від середньої, тому всередині Землі містяться щільніші породи.

Земля, обертаючись навколо Сонця, переміщується в просторі. Сама вісь не є перпендикулярною до площини орбіти Землі (екліптики) і утворює з нею кут 66° 33', обертаючись то Північною, то Південною півкулею, що й спричиняє зміну дня і ночі. Сила притягання Землі (сила тяжіння) на екваторі становить 9,78 м/с<sup>2</sup>, а на полюсах – 9,83 м/с<sup>2</sup>.

Якщо всю площу поверхні Землі (510 млн км<sup>2</sup>) прийняти за 100 %, то ступені висот та глибин можна розподілити на три рівні: 1) суходільний – від 8 850 до 200 м (35,3 % від

поверхні Землі); 2) актичний – від 200 до 3 000 м (13,2 %); 3) абісальний – від 3 000 до приблизно 11 100 м (51,5 %) (Тутковський П. : Загальне землезнання. – К.;Х., 1927 р.).

Співвідношення площі Світового океану до суходолу такі: 361 млн км<sup>2</sup> (71 %) проти 149 млн км<sup>2</sup> (29 %).

Головні ознаки земної поверхні такі: материки півкуль розділені поясом розломів, яким властива сейсмічна і вулканічна діяльність від Карибського моря і Мексиканської затоки через Середземне море, австралійсько-азійські моря глибоководних розломів.

На земній поверхні висоти до 1 000 м становлять 72 % суходолу за середньої висоти земної поверхні 875 м; в океанах переважають глибини від 3 000 до 6 000 м (80 % площі Світового океану) з середніми глибинами близько 3 800 м. Отже, материки підносяться над дном океану в середньому на 4 675 м. Окраїни материків є більш піднятими, ніж центральні; в усіх океанах, навпаки, найбільше піднята частина в центральних, а не в окраїнних областях, де зосереджені найбільші океанічні глибини.

Західну частину Нового світу оперізують Кордільєри та Анди, а Євразію – гори Піренеї, Альпи, Карпати, Крим, Кавказ, Гімалаї.

Обидві *холодні області* приблизно однаково великі (Арктика і Антарктида).

Максимальна амплітуда земної поверхні становить трохи менше 20 000 м.

Є два велетенські пояси гір – один уздовж берегів Тихого океану (Кордільєри, Анди); інший перетинає Євразію (Альпи, Карпати, Крим, Кавказ, Памір, Гіндокуш, Каракорум, Гімалаї). Гірські хребти, рівнини й плоскогір'я тягнуться вздовж морів і океанів. З двома поясами гір пов'язані сейсмічні пояси: тихоокеанський (охоплює гірські системи західних узбереж Америк і східноазійських морів) та європейсько-азійський.

Вісь Землі не є постійною. Полюси Землі змінюють своє положення і переміщуються по всій поверхні проти годинникової стрілки. Коливання земної осі, можливо, пов'язане з ~~змінною~~ клімату. Одна з геологічних гіпотез стверджує про



періодичні повороти осі обертання Землі на  $90^\circ$ , що спричинене збільшенням маси полярних областей унаслідок нагромадженого льоду. Збільшення маси в полярних областях, відповідно, зумовлює зміну розміщення полюсів, вони зміщуються в екваторіальну зону (вісь Землі в такому разі змінилася б на  $90^\circ$ ), і навпаки. Уважають, що понад 70 млн років тому відбувся останній такий поворот (загибель динозаврів), а попередній – близько 250 млн років тому, спричинив знищення тропічної рослинності в Антарктиді. Побічними доказами таких подій є сліди велетенського зледеніння в Південній Америці та Індії.

Єдиним супутником Землі є Місяць, що займає різне положення відносно Сонця і Землі, унаслідок чого спостерігають різні його фази. Сили, що діють з боку Місяця і Сонця, зумовлюють припливи і відпливи гідросфери, атмосфери і літосфери. Припливи і відпливи спостерігають в усьому твердому тілі Землі, яка поводиться як пружна куля, однак “тверді” припливи в три рази менші від океанічних: точки земної поверхні двічі на добу піднімаються й опускаються в середньому на декілька сантиметрів. Припливна хвиля, яка вільно проходить по всьому Світовому океану назустріч обертанню Землі, сповільнює це обертання. Внаслідок припинення припливного тертя земна доба поступово стає довшою на 1 с кожні 40 тис. років. Швидкість обертання Місяця навколо своєї осі дорівнює швидкості обертання Місяця навколо Землі, тому Місяць, як уже зазначено, обернений до Землі одним боком.

Земля в будові неоднорідна і складається з ядра, мантії та земної кори. Радіус ядра сягає 3 500 км, мантії – 2 900 км, а товщина земної кори – від 3–5 до 70 км. Земна кора має три оболонки – осадову (товщиною 10–15 км), гранітну (переважно під материками товщиною 10–40 км; більша в горах і майже не помітна в глибоководних частинах океанів), а також базальтову.

Температура в центрі Землі досягає 2 000–50 000  $^\circ\text{C}$ , тиск – 3,0–3,5 млн атм.

Куляста форма Землі й обертання її навколо своєї осі і навколо Сонця зумовлює надходження променевої енергії Сонця на земну поверхню.

Оскільки Земля обертається навколо своєї осі зі сталою швидкістю, то надходження на земну поверхню світла відбувається постійно в строго визначеному ритмі (з певними змінами протягом року). Крім того, кількість енергії, що доходить до земної поверхні, постійно змінюється протягом року (то зростає, то зменшується протягом доби і року). З огляду на те, що земна вісь має нахил до площини екліптики, у час перебування Землі в різних частинах орбіти енергія надходить у різних кількостях. Річний цикл є строго ритмічним. Цикли (добові й річні) включають сумарну кількість сонячної енергії, яка напрямлено (то збільшується, то зменшується) надходить і зумовлює специфічні процеси, інтенсивність і спрямованість ландшафтоутворювальних процесів. Циклічність і ритмічність сонячної енергії зумовлює циклічність і ритмічність фізико-географічних процесів. Кожен цикл розвитку – це вже інший на новому рівні розвиток (незворотні зміни). Ритмічність процесів простежується в усіх без винятку явищах – геологічних, геоморфологічних, метеорологічних, гідрологічних, фенологічних тощо. І ритмічність, і циклічність пов'язана з екзогенними силами, тоді як ендегенним притаманні іншого роду ознаки, наприклад, інтенсивність, періодичність.

Географічний простір охоплює близький космос, верхня межа якого – магнітосфера (80–90 тис. км), нижня – 1 500–2 000 м над поверхнею Землі. Тут відбувається тісна взаємодія космічних чинників з магнітними та гравітаційними полями Землі. Навколо неї утворюється радіаційний пояс із захоплених магнітним полем протонів та електронів.

Дві визначальні сили – внутрішні (ендогенні) і зовнішні (екзогенні) – зумовлюють усі явища і процеси на земній поверхні, вони ж спричиняють особливий земний ритм співвідношення тепла і вологи (річного, сезонного і добового ритмів). До зовнішньої поверхні повітряної оболонки Землі надходить потік сонячної енергії з інтенсивністю 13,097 Дж/(м·с), так звана сонячна стала. Її коливання сягають 3,0–3,5 %.

Ендогенні й екзогенні процеси невпинно формують рельєф поверхні Землі. Рельєфом називають сукупність нерівностей земної поверхні. За розмірами форм його поділяють на планетарний (мегарельєф), що охоплює океанічні западини і материкові масиви; макрорельєф материків, куди входять гірські країни, великі рівнини, обширні піднесення, наприклад, Східноєвропейська рівнина, Кавказ та інші; мезорельєф утворюють форми середніх розмірів – невеликі рівнини, річкові долини, окремі гірські хребти всередині гірських країн, невеликі височини, наприклад, долина Дніпра, Дар'яльська ущелина і, нарешті, мікрорельєф охоплює дрібні форми рельєфу – заплави, тераси, уступи корінних берегів, дюни, степові блюдця тощо.

Земна кора взаємодіє з внутрішніми геосферами, мантією, верхня частина якої починається з астеносфери й утворює разом із земною корою літосферу. З іншого боку, вона приймає зовнішні для планети сонячну і місячну енергії. Усі ендогенні процеси генетично пов'язані з тепловим потоком, що йде з надр планет: гороутворення, виникнення магматичних вогнищ, вулканізм, землетруси, вертикальні рухи земної кори, горизонтальні зсуви вглиб літосфери, метаморфізм осадових порід. Речовині планети властива сила тяжіння, з якою пов'язані всі процеси рельєфоутворення.

Обидві сили – ендогенні й екзогенні – не треба протиставляти, оскільки вони впливають на формування єдиного процесу, органічно переплітаються. Наприклад, рух речовини мантії є внутрішнім, однак відбувається в гравітаційному полі Місяця і Сонця. Сонячна радіація проходить через атмосферу і набуває нової, земної якості. Отже, екзогенні процеси відбуваються на ендогенному фоні, а екзогенні – у певних екзогенних умовах. Процеси гороутворення зумовлені ендогенною енергією і проходять у породах екзогенного походження. Екзогенне сонячне тепло є функцією циркуляції атмосфери і гідросфери.

Сукупність процесів руйнування, зміни гірських порід у ході їхньої взаємодії з атмосферою, гідросферою і живими організмами називають звітрюванням; його різновиди

такі: фізичне звітрювання – механічний розпад позитивних (скельних та уламкових) форм рельєфу, визначений різницею амплітуд, особливо в умовах континентального і різко континентального клімату, наприклад, у пустелях; морозне – у разі коливань температури близько 0 °С, коли вода розширює тріщини в породах під час замерзання. Фізичне звітрювання передує хімічному, яке можливе після розпаду гірських порід на дрібні уламки, що хімічно взаємодіють з навколишнім середовищем за участю води. Воно домінує в гумідних областях. Подрібнення порід корінням рослин до хімічної зміни їхнього складу внаслідок життєдіяльності живих організмів називають органічним звітрюванням.

Усі різновиди звітрювання накладаються, переплітаються, утворюють багат шаровий, новітній рельєф. Продукти звітрювання накопичуються, утворюють потужні осадові товщі, заповнюють зниження форм макро- і навіть мегарельєфу, звітрювання доповнюють процеси денудації, які протилежні до горотворення. Внутрішні процеси створюють гори, а звітрювання їх пенепленізує. Орогенез посилює денудацією, внаслідок чого обидва процеси повторюються ритмічно через певні проміжки часу.

Сукупність процесів зносу і перенесення пухкого матеріалу називають денудацією. Такі процеси нівелюють земну поверхню; їх спричиняють сили тяжіння, ерозія, абразія, дефляція та ін. Найважливішим морфогенетичним чинником є ерозія (мікроерозія – розмивання схилів площинного стоку дрібними струменями; мезоерозія – спричинювана русловими потоками, що виробляють річкові долини; макроерозія – розмиває гірські країни й приводить до утворення рівнин).

Процеси звітрювання і денудації приводять до загального зниження гір і переходу процесу в другу стадію – поверхнє звітрювання (планації). Її формування пов'язане з періодами порівняно спокійного розвитку рельєфу між горотворними епохами, коли домінують екзогенні процеси, що призводять до згладження нерівностей рельєфу.

Термін “поверхня звітрювання” (уведений І. Герасимовим 1947 р.) аналогічний терміну “пенеплен”, уведеному аме-

риканським геоморфологом У. Девісом наприкінці XIX ст. Пенеплен – майже рівнина (гранична рівнина), що утворилася на місці гірської країни внаслідок звітрування і денудації. Близьким до цього є термін “педиплен” (формується в сухому кліматі, де нема гірських схилів, сам по собі, а не шляхом руйнування хребтів зверху).

У молодій гірській країні ступінь денудації пропорційний до ступеня вертикального і горизонтального розчленування, тобто перевищення рельєфу над базисом ерозії.

Земля як космічне тіло найбільше пов’язана з Сонцем і Місяцем. Її утримують на навколосонячній орбіті гравітаційні поля.

Навколо Землі існує електромагнітне поле, породжене змінами магнітного поля нашої планети. На вивченні цього поля ґрунтуються методи дослідження електропровідності. Наприклад, на Україні виявлено дві аномальні зони з підвищеною електропровідністю: у межах Українських Карпат і Кіровоградська аномалія. Можливо, ці аномалії пов’язані з існуванням глибинного електромагнітного шару – астеносфери Землі.

Магнітне і гравітаційне поля на поверхні Землі взаємодіють. Зокрема, більшість метеоритів, астероїдів і комет згоряє в атмосфері Землі, не доходячи навіть до її поверхні. З верхніх шарів атмосфери частина атомів водню і кисню виходить за межі земного простору. Земля взаємодіє з космосом, утворюючи географічний простір (від верхньої межі магнітосфери до поверхні Мохоровичича – нижньої межі земної кори).

Гравітаційні поля утримують небесні тіла, у тому числі Сонце, Землю, Місяць на орбіті. Земля зазнає впливу рентгєнівського та ультрафіолетового випромінювання, періодичних припливів і відпливів. Припливи бувають сізігійними (коли Місяць і Сонце розташовані на одній прямій і гравітаційний вплив підсумовується) і квадратурним – коли між Сонцем і Землею, Землею і Місяцем можна провести прямий кут: гравітаційні впливи Місяця і Сонця ніби протиставлені одні одним.

Гравітаційне поле всюди і постійно впливає на екзогенні процеси, а сили додають їм конічної (якщо діють вертикаль-

вч або білатеральної (симетрично, якщо вони діють на горизонтальну поверхню) симетрії. До зовнішніх процесів можна віднести геоморфологічні явища, спричинені обертанням Землі і коріолісовою силою, перехідними можна вважати таке сили електромагнітного поля Землі, які опосередковано впливають через захисну роль магнітосфери. На відміну від сил внутрішнього тяжіння, електромагнітну природу мають сили зчеплення, які визначають стійкість порід проти дії екогенних чинників.

Північний магнітний полюс міститься в Північній Америці на півострові Ботія ( $70^{\circ}5'$  пн. ш. і  $96^{\circ}45'$  зх. д.), а Південний – в Антарктиді на станції Схід ( $75^{\circ}6'$  пд. ш. і  $134^{\circ}5'$  сх. д.). Магнітні меридіани, утворені лініями магнітного сил. не збігаються з географічними. Магнітне поле Землі є динамічною системою й упродовж історії його розвитку зазнавало змін, а орієнтація континентів щодо магнітних полюсів радикально змінювалася (дрейф материків).

Безумовно земні магнітне і гравітаційне поля взаємодіють з космічними. Внаслідок взаємодії Землі з Космосом утворюється географічний простір, який охоплює зону взаємодії космічних факторів із земними – від верхньої межі магнітосфери до поверхні Мохоровичича, тобто нижньої межі земної кори.

Одним із фундаментальних законів фізики є закон всесвітнього тяжіння, відкритий І. Ньютоном. На підставі цього закону математично виведено закони про рух планет, пояснені природу морських припливів і відпливів.

Під впливом припливоутворювальних сил Місяця і Сонця Земля набуває форми еліпсоїда. Сила Місяця у 2,17 раза більша, ніж Сонця, оскільки Сонце розташоване далі від Землі. Найвищі берегів материків добові значення припливів і відпливів становлять 120–300 м. Найвищі у Світовому океані припливи зафіксовано в затоці Фанді (Атлантичний океан) – до 18 м, у Пенжинській затоці (Охотське море) – до 13 м. Найнижчі коливання у Чорному морі – 8–9 м, що майже порівняно з коливанням його рівня під дією вітрів (Савченко В. М., 2000).

Припливи і відпливи на Землі досліджують, щоб передбачити зміни рівня моря та швидкості течії в певній частині Світового океану. Для розвитку цих знань використовують емпіричні дані про припливи і відпливи, а також дані моделювання на ЕОМ з урахуванням берегової лінії і розподілу глибин.

Літосфера – це зовнішня тверда оболонка Землі, що охоплює всю земну кору і частину верхньої мантії Землі (осадових, вивержених і метаморфічних порід). Середня потужність земної кори становить близько 35 км (у горах – 50–75 км, у межах океанічних і морських западин – 5–10 км, її виповнюють гірські породи). На поверхні живе більшість рослинних і тваринних організмів, у тому числі й людина. Верхня тонка оболонка літосфери на материках – це ґрунти, що забезпечують умови життя для рослин і є основною умовою для отримання продуктів харчування людей. Літосфера також є джерелом отримання корисних копалин – енергетичної сировини, руд металів, мінеральних добрив, будівельних матеріалів тощо. У її межах періодично відбувались і відбуваються виверження вулканів, землетруси, зсуви, селі, обвали, ерозія земної поверхні, які іноді призводять до глобальних екологічних катастроф.

Нижня межа літосфери нечітка й визначена за різким зменшенням в'язкості порід, збільшенням їхньої щільності та іншими геофізичними характеристиками. Про стан і будову глибших зон літосфери нам відомо лише на підставі побіжних методів, таких як сейсмо- та електророзвідка, гравіметрія тощо. Верхній шар мантії, що безпосередньо залягає під земною корою, називають астеносферою.

Внутрішні процеси зумовлені тектонічними рухами земної кори (магматизмом і метаморфізмом) і пов'язані з зовнішніми процесами.

Природні ресурси Землі є компонентами природи, які використовують безпосередньо у виробництві. Ними можуть бути земля, вода, повітря, флора, фауна. Усі види природних ресурсів поділяють на відновні (наприклад, вода, повітря, ліс, земля) та невідновні. До невідновних належать ресурси

горисних копалин, які є комплексом одного або декількох основних мінералів, або супутніх елементів. Наприклад, у родовищах руд чорних металів (залізо, манган, хром) трапляються ванадій, титан, кобальт.

У будові земної поверхні простежують певні закономірності. На Землі є шість материків – Євразія, Північна та Південна Америки, Африка, Австралія та Антарктида. Материки Північної півкулі відділені від материків Південної півкулі тектонічними тріщинами і западинами, що зайняті водами глибоких морів, багатьма гористими островами, сейсмічною і вулканічною діяльністю.

На противагу водним просторам північних морів (Північний Льодовитий океан) у Південній півкулі є материкова область полярних країн (Антарктида).

Вода є основною складовою частиною усіх живих організмів. У людини, наприклад, на 70 % складається з води, а деякі організми містять у собі від 98–99 % води); вона є основним механізмом взаємозв'язків усіх процесів в екосистемах (обмін речовин, тепла, ріст біомаси). Океанічні акваторії – основний кліматотворювальний чинник, основний акумулятор сонячної енергії і природний ресурс споживання, яке людство використовує в тисячу разів більше, ніж нафти чи вугілля. Основна частина біосфери (96,5 % загального об'єму) припадає на Світовий океан. Підземні води становлять близько 1,7 %, льодовики – 1,9 % і лише 0,02 % відсотки припадає на поверхневі води. Підземні води поділяють на вадозні (волога атмосфери) і артезійні (з парів води розжареної магми).

Величезну роль гідросфера відіграє в формуванні поверхні Землі. П ландшафтів, у розвитку екзогенних процесів (звітрявання гірських порід, ерозія, карсту тощо), у перенесенні розчинених речовин, забруднювачів довкілля.

Для багатьох організмів вода є середовищем їхнього життя. Хімічний склад морської води дуже схожий на склад людської крові – містить ті ж хімічні елементи й приблизно в тих же пропорціях. Це наводить на думку, що предки людей, як і інші ссавці, колись могли жити в морі.



Середня солоність океанічних вод становить 35 ‰ (тобто в 1 л океанічної води міститься 35 г солей). Найсолоніша вода в Мертвому морі – 260 ‰ (людина вільно лежить на поверхні води, не занурюючись у неї), у Чорному морі – 18 ‰, Озівському – 12 ‰.

Хімічний склад підземних вод дуже різноманітний. За мінералізацією вони змінюються від прісних, які використовують для пиття й водопостачання, до мінералізованих і навіть до ропи з солоністю 600 ‰; деякі мінералізовані підземні води мають лікувальні властивості.

Головними постачальниками води для України є Дніпро, Дунай, Дністер, Південний Буг, Тиса, Прут та ін. Стан води і повноводдя цих водних артерій залежать переважно від стану їхніх приток – малих річок, яких в Україні налічують близько 63 тис. (90 % населених пунктів розташовані саме в долинах малих річок). Проте стан малих річок сьогодні викликає велику тривогу. Майже третина з них уже зникла. Це невідворотно веде до деградації великих річок, тому актуальною є проблема їхнього збереження й оздоровлення.

Не менше значення для забезпечення водою населення мають підземні води України. Зазначимо, що близько  $\frac{2}{3}$  населення сіл і селищ міського типу задовольняють потреби в питній воді завдяки ґрунтовим водам (колодязі) чи з глибших водоносних горизонтів.

Геокріологія (мерзлотознавство) вивчає багаторічні мерзлі ґрунти (мерзлоту) товщиною 500–1 000 м і більше. Названі ґрунти охоплюють більшу половину території Росії, Канади, частину території Норвегії, Швеції, Гренландії, Монголії та Китаю, а також Аляски, Тибету. Максимальна товщина багаторічної (вічної) мерзлоти сягає 1,5 км. Вік мерзлотних ґрунтів становить 1,8–2,4 млн років. За деякими припущеннями, мерзлотою суцільно покритий Марс.

Повітряна оболонка Землі, її атмосфера є однією з найголовніших умов життя. Атмосфера захищає живі організми від згубного впливу космічних випромінювань та ударів метеоритів, регулює сезонні й добові коливання температури, є носієм тепла і вологи. Якби на Землі не

Існувало атмосфери, то добові коливання температури на ній досягли б  $\pm 200$  °С. Через атмосферу відбувається фотосинтез та обмін енергією й інформацією – основні процеси біосфери. Завдяки їй відбувається низка складних екзогенних процесів (звітрювання гірських порід, діяльність природних вод, мерзлоти, льодовиків тощо). Для деяких організмів (бактерії, літаючі комахи, птахи та ін.) атмосфера є основним середовищем життя.

Маса атмосфери колосальна –  $5,15 \times 10^{15}$  т (це приблизно одна мільйонна маса Землі). Проте атмосферне повітря можна вважати лише умовно невичерпним природним ресурсом, оскільки людині необхідне повітря певної якості, а під впливом її діяльності хімічний склад і фізичні властивості повітря дедалі погіршуються.

Атмосфера складається з таких шарів: тропосфера (до висоти 18 км в екваторіальних широтах), стратосфера (до 50 км), мезосфера (до 80 км), термосфера (1 000 км), екзосфера (1 900 км), геокорона (умовно 20 000 км); далі атмосфера переходить у міжпланетний космічний вакуум. Основна маса повітря (90 %) зосереджена в нижньому шарі – тропосфері. Тут же відбуваються найінтенсивніші теплові процеси, причому атмосфера нагрівається знизу – від поверхні океану та суходолу. Надзвичайно важливе екологічне значення для біосфери має ще озоносфера – шар стратосфери, збагачений трьохатомним киснем – озоном ( $O_3$ ). Цей шар розміщений на висотах 20–50 км і захищає все живе на Землі від згубної дії короткохвильового ультрафіолетового випромінювання Сонця. Саме завдяки йому стало можливе формування біосфери – живої оболонки.

Пристаюваність живих організмів у біосфері вражає. Живі бактерії виявлено в гарячих гейзерних джерелах з температурою води 98 °С, а також у тріщинах антарктичних льодовиків, де температура зрідка перевищує 0 °С, їх знаходять у глибинах Чорного моря, насичених сірководнем, великі бактерії виявлено навіть в атомних реакторах.

Швидкість розмноження організмів за ідеальних умов (теоретично) може досягти швидкості звуку. Жива речовина

відрізняється від неживої надзвичайно високою активністю, зокрема, дуже швидким кругообігом речовини. Уся жива маса біосфери оновлюється за 33 доби, а фітомаса (маса рослин) – щодня. Життєдіяльність рослин, тварин і мікроорганізмів супроводжується безперервним обміном речовин між організмами та середовищем їхнього життя. І це засвідчує, що всі атоми земної кори, атмосфери і гідросфери за історію Землі багаторазово входили до складу живих організмів. Жива та нежива речовини на Землі становлять гармонійне ціле.

Загалом біосфера схожа на єдиний цілісний і велетенський суперорганізм, у якому повсякчас підтримується гомеостаз – динамічна сталість фізико-хімічних і біологічних властивостей середовища та стійкість його основних функцій. У кожному біоценозі є керівна і керована підсистема. Роль керівної підсистеми відіграють консументи. Вони не дають рослинам занадто розростатися, поїдаючи “зайву” біомасу. За трав’яними пильно “стежать” хижаки, запобігаючи надмірному розмноженню і знищенню рослинності. Керівною підсистемою для хижаків є інші хижаки та паразити, якими, відповідно, “керують” надпаразити (хвороботворні мікроорганізми) і т. д. Тому на Землі в екосистемах так багато видів живих організмів (серед них не буває “зайвих” чи “шкідливих”). Особливістю зв’язків у біосфері є й те, що керівна і керована підсистема в ній часто міняються місцями.

Вода, як уже зазначено, зосереджена в морях, океанах, озерах. У твердому стані вона є в льодовиках і сніговому покриві. З водою пов’язані живі організми в частині стратосфери, тропосфери, гідросфери й осадової оболонки. Рослинні організми створюють хімічні сполуки, які вивільняються з розкладом організму. Важлива роль організмів у процесах звітрювання, змін форм рельєфу, створення гірських порід, ґрунтоутворенні, регулюванні стану атмосфери. Основний вплив на перелічені та інші процеси мають температура, опади та їхнє співвідношення. Залежно від співвідношення тепла і вологи формуються ті чи інші опідзолені латерні ґрун-

та (червоноземи) в екваторіальних широтах, червоно-бурі або каштанові ґрунти саван, коричневі ґрунти сухих лісів та кущів, каштанові ґрунти, сіро-та буроземи, а також слабкорозвинуті глинисті, піщані та глинисті ґрунти пустель. У субтропіках в вологим і мусонним кліматом основними типами ґрунтів є червоно- та жовтоземи (напівсухих субтропіках – жовтоземи і червоно-коричневі ґрунти; а в сухих – сірі ґрунти і каштанчаками), у помірних поясах – сіроземи, каштанові ґрунти і черноземи, а для більш вологих – бурі й сірі підзолисті і дерново-підзолисті лісові ґрунти. Тундрові ґрунти – дерново-глейові в безлісних просторах тундри, покритих лишайниками та лишайниками. В горах домінують зазначені вище льодові типи ґрунтів, які загалом мають малу потужність і велику щербистість.

Типи рослинності Землі пов'язані з кліматичними зонами. В екваторіальному кліматі – ростуть вічнозелені екваторіальні ліси. В тропічних лісах трапляються листопадні тропічні ліси, деревна і трав'яна рослинність саван (скреплені бідна рослинність пустель. Для субтропіків характерні субтропічні ліси та кущові зарості. Шпилькові й листопадні ліси, напівкущова і кущова рослинність поширені в напівпустелях і пустелях. Трав'яниста і кущова рослинність тундри зумовлена низькими температурами; інші простори тундри поверхні покриті снігом, льодом, породами – щебелем, глиною та піском.

Під дією переважно космічних чинників потенціальна енергія в межах біогеосфери легко переходить у кінетичну. І в цьому розумінні всі сфери, передусім біосфера, посідають особливе місце. Атмосфера і гідросфера утворюють середовища різної густини і різної рухомості, для кожного з яких характерна різна сила зчеплення частинок. У товщі літосфери потенціальна енергія в кінетичну ускладнений, проте зв'язаний з атмосферою, де густина середовищ різко змінюється, як відбувається легко. З переходом потенціальної енергії в кінетичну пов'язані рух повітряних мас, морські течії, стік води. Особливо яскраво саме в межах біосфери виявляються різні обертанні Землі (сила Коріоліса).

Формою руху енергії є і перенесення тепла, що супроводжується переміщенням енергії з одного місця в інше, яке виникає завдяки різниці температур.

Переважає частина корисного тепла, зібраного земною поверхнею, тобто радіаційним балансом, затрачається на випаровування, турбулентну віддачу тепла в атмосферу, іншими словами, на вологообмін і нагрівання повітря (теплова енергія, затрачена на випаровування, також виділяється в атмосферу під час конденсації водяної пари). На інші теплові потоки у ландшафті витрачається лише невелика частина радіаційного балансу. Ці потоки відіграють важливу роль у функціонуванні геосистеми. Теплообмін земної поверхні з ґрунтом має циклічний характер: у теплу пору року тепловий потік направлений від поверхні до ґрунту, а в холодну – у протилежному напрямі. В середньому за рік обидва потоки збалансовуються.

На Землі відбувається постійне переміщення тепла (наприклад, повітряними і водяними потоками) і зберігається тепла рівновага. Відомості про тепловий баланс земної поверхні важливі для вивчення географічної зональності, яку зумовлюють нерівномірний розподіл короткохвильової радіації Сонця залежно від широти. Крім того, її природу визначають також відстань між Землею і Сонцем та нахил земної осі до площини орбіти. Від цього залежить нерівномірне надходження сонячної радіації за сезонами, що сильно ускладнює зональний розподіл тепла і вологи та загострює зональні контрасти.

Є твердження, що у рельєфі земної поверхні і геологічному фундаменті ландшафтна зональність не виявляється. І ці компоненти називають “азональними”. Поділ географічних компонентів на “зональні” та “азональні”, на думку О. Ісаченка, є недоречним, оскільки в будь-якому з них поєднуються як зональні риси, так і аazonальні. Рельєф не є винятком, а переважно формується під впливом ендегенних чинників. Усі процеси на земній поверхні мають зональний характер, і створені ними форми рельєфу названі скульптурними й розподілені на земній поверхні зонально.

У структурі земної кори поєднані азональні та зональні риси. Якщо вивержені породи мають безумовно азональне походження, то осадова товща формується під безпосереднім впливом клімату, ґрунтоутворення, стоку, органічного світу, і не може мати рис зональності. Дія закону зональності найповніше виражена в тій частині географічної оболонки, де сонячна радіація вступає у безпосередню взаємодію з її речовиною, тобто в порівняно тонкій активній шліві, яку іноді називають власне ландшафтною сферою.

Діє також закон збереження речовини, за яким будову речовин, тепловіддачу, теплопередавання, агрегатність, пружні властивості повітря можна пояснити за допомогою різних форм руху атомів і їхніх поєднань. Закон збереження речовини розглядають як закон збереження маси, він стверджує, що на Землі, наприклад, зберігається однакова кількість води, яка постійно бере участь у кругообігу водних мас під дією сонячної енергії.

У геосистемах відбувається безперервний обмін і перетворення речовини й енергії. Усю сукупність процесів переміщення, обміну і трансформації речовини, а також інформації в геосистемі можна назвати її функціонуванням. У системах воно упорядковане різними законами. З цього погляду геосистема є складною фізико-хіміко-біологічною системою. Функціонування системи (геосистеми) складається з трансформації сонячної енергії, вологообігу, геохімічного колообігу і механічного переміщення матеріалу під дією сили тяжіння.

Майже все тепло Земля отримує у вигляді випромінювання Сонця. І ця сонячна (електромагнітна) енергія переходить на Землі в теплову, механічну, потенціальну.

Складні органічні поєднання живої речовини створюють великі запаси енергії, і закони ентропії якщо не порушуються, то зазнають сповільнення процесами життя. Виробничість людини веде до того ж накопичення енергії та боротьби з законами ентропії, як і у випадку біогенезису.

Теплова рівновага виникає внаслідок однакової швидкості прямого і зворотного процесів, наприклад, випаровування і конденсації. З цими процесами на Землі пов'язано дуже

багато явищ (хмари на небі, паморозь на деревах – усе це наслідки процесів випаровування і конденсації водяної пари).

Явище випаровування і конденсації дають коефіцієнт зволоження; для його визначення необхідно знати не лише кількість вологи, яка щорічно надходить у геосистему, а і ту, яка необхідна для її оптимального функціонування. Випаровуваність визначена передусім запасами тепла і вологістю повітря. Тому коефіцієнт зволоження деякою мірою розглядають як показник відношення тепла і вологи. Найвідоміший індекс сухості запропонований М. Будико та О. Григор'євим:

$$R/Lr,$$

де  $R$  – річний радіаційний баланс;  $L$  – прихована теплота випаровування;  $r$  – річна сума опадів. За фізичним змістом індекс сухості близький до коефіцієнта зволоження.

Процеси конденсації відіграють важливу роль в енергетиці атмосфери. Зокрема, під час перетворення з водяної пари у краплі виділяється близько 600 калорій тепла, а під час замерзання – додатково ще 70 калорій.

У природі важливе значення мають явища турбулентності, пов'язані з виникненням у рідинах і газах вихорів різного масштабу, зумовлених неупорядкованою течією речовини. Внаслідок цього гідро- і термодинамічні характеристики середовища постійно змінюються в часі та просторі. Процеси турбулентності пов'язані із втратою стійкості течії у вологому середовищі під впливом певних збурень. Як явище, турбулентність впливає на Світовий океан і значно зумовлює переміщення водних мас. Наприклад, у тропічних широтах унаслідок турбулентності накопичується велика кількість тепла, яке морські течії переносять в інші райони океану. Ці процеси важливі для формування клімату. Інтенсивні турбулентні рухи сприяють обміну біогенними елементами і насиченню морських вод киснем, а також підтримують біологічну продуктивність моря.

Турбулентність атмосфери відіграє важливу роль у багатьох атмосферних явищах – обміні енергією між атмосферою і поверхнею, перенесенні тепла і вологи, випаровуванні

земної поверхні та водойм, зародженні вітрових хвиль і вітрових течій у морі та ін.

Діяльність сонячної радіації виявляється особливо на поверхні літосфери, де сонячне проміння прямо чи опосередковано впливає на форми рельєфу. Складність взаємодії космічних і земних сил стає зрозумілою, якщо пригадати, що акумульована сонячна радіація бере участь у всіх тектонічних процесах, які спричинені переважно нерівномірністю обертання Землі.

На ранніх етапах розвитку біосфери сонячна радіація загрожувала життю від згубного впливу холоду й була одночасно небезпечною короткохвильовими частинами та могла вбити будь-який живий організм. Живі організми не могли виробити захисні пристосування проти неї і знаходити сприятливі умови для існування де-небудь у товщі пухких наносів. Однак роль сонячної радіації в житті біогеосфери була ще складнішою, оскільки в певному розумінні сонячна радіація сама себе знешкоджувала. Під дією ультрафіолетових променів розкладались молекули вуглекислого газу і води, виділявся кисень, який поглинав короткохвильову частину радіації. Його молекули розкладались, вступали в реакцію з двоатомними молекулами, утворюючи молекули озону, який поглинав ультрафіолетову радіацію ще активніше.

Утворення живої речовини та її розклад – це дві сторони одного процесу, який називають біологічним кругообігом хімічних елементів. Кругообіг хімічних елементів на Землі відбувається переважно за безпосередньої участі живих організмів (у вигляді закону міграції хімічних елементів (за В. Вернадським).

У кругообігу найважливішим є кисень, вуглекислий газ, вода, азот, сірка, фосфор як компоненти живої речовини. Жива речовина значно прискорила й змінила кругообіги в біосфері цих речовин.

Основним рушієм колообігу речовин у біосфері є енергія Сонця. значно меншу роль відіграє внутрішня енергія Землі. В процесі колообігу жива речовина поглинає енергію, в процесі ж її розпаду ця енергія повертається в навколишнє



середовище. Живий організм є відкритою системою, його не можна відокремити від навколишнього середовища, організм повинен мати вищий рівень організації, ніж навколишнє середовище. Це досягається зниженням рівня його ентропії. Ентропією системи називають кількість у системі зв'язаної енергії, яка не може бути використана для будь-якої роботи. Організм знижує рівень своєї ентропії завдяки підвищенню рівня ентропії середовища.

Крім колообігу хімічних елементів, у природі спостерігають колообіг енергії. Енергію Сонця засвоюють зелені рослини і частково консервують у вугіллі, торфі, нафті та ін. Зелені рослини засвоюють від 0,1 до 1,0 % сонячної енергії. Рослиноїдні тварини споживають лише 10 % акумульованої рослинами енергії, решта її розсіюється у вигляді тепла; хижаки засвоюють теж лише 10 % енергії, накопиченої травоядними тваринами, тобто всього близько 0,001 % сонячної енергії, що потрапляє на Землю.

Походження джерела тепла Землі до кінця не з'ясовані. Одна з гіпотез стверджує про одночасове походження Сонця, Землі та інших планет з гарячої газоподібної туманності, залишки якої зосередились у центрі Землі. Згідно з іншими гіпотезами, матеріалом для утворення Землі була холодна туманність, а високі температури є наслідком ядерних реакцій.

Усередині й навколо себе Земля утворює магнітне поле, якого немає на Місяці й Венері. Природа цього поля до кінця не з'ясована.

Рештки організмів, які жили в докембрії, не збереглися. очевидно, їхні скелети не були твердими, а породи, у яких вони могли залишитися, зазнали метаморфізації. У пізньому докембрії з'явилися платформи з нашаруванням малозмієних осадових порід, а в них збереглися водорості й спори примітивних рослин.

У палеозойській ері набув інтенсивного розвитку рослинний і тваринний світ. З фауни безхребетних виділилися трилобіти – вимерлі членистоногі (до 75 см довжиною, колоніальні морські тварини); корали, молюски, голкові, риби.

земноводні, плазуни. В пізньому палеозої з'явилися папоротеподібні, хвощі, плавуни. Ліси пізнього палеозою привели до появи кам'яного вугілля. Наприкінці палеозою (пермський період) з велетенського материка Гондвани утворилась Південна Америка, Африка, Австралія, Аравійський півострів, Індостан, суходоли Північної півкулі (Руська, Сибірська платформи та ін.).

У мезозої переважали "головоні" молюски, серед хребетних – плазуни (велетенські динозаври, птахи, ссавці), а також хвойні рослини. На межі з кайнозоем зникли велетенські плазуни; Альпійська складчастість охопила увесь світ, земна поверхня розчленувалась на океанічні западини і материки. Близько 1 млн років тому з'явилась людина.

Високу атмосферу знизу обмежує стратопауза, де відбувається перетворення первинних космічних променів у вторинні, нагрівання атмосфери й утворення суцільного шару озону.

Між озоновим шаром і осадовими породами, на які впливають екзогенні чинники, розміщена географічна оболонка, у межах якої взаємодія космічних чинників із земними створила сприятливі умови для зародження і розвитку різних форм життя.

Нижню межу географічної оболонки до поверхні Мохоровичича формує підстильна кора. У ній утворюється первинний рельєф планети. Рушійною силою екзогенних процесів є сонячна енергія, яка й змінює первинний рельєф земної поверхні.

У межах географічного простору, як відомо, космічні чинники взаємодіють із земними, створюють передумови для розвитку складного і динамічного органічного світу. Положення географічної оболонки у сфері постійної взаємодії космічних чинників із земними науково обґрунтовує концепція географічного простору (Джонстон Р. Дж., 1987).

У Світовому океані відбувається акумуляція тепла сонячної енергії. Крім енергії Сонця, джерелами енергії є гравітаційна, енергія радіоактивного розпаду, енергія приливів.

Зональність, як і будь-який закон, по-різному виявляється залежно від конкретних умов. Однак зональність не є єдиною географічною закономірністю, і єдиною зональністю не можна пояснити походження складних процесів фізико-географічної диференціації земної поверхні. На рівнинах азональність виражена в різноманітних морфоструктурних (техногенних) рисах рельєфу і структурно-літологічних особливостях гірських порід. Азональність – така ж загальна географічна закономірність, як і зональність. Зональні й азональні чинники один від одного не залежать, проте виявляються завжди детально, вступаючи в складні взаємовідношення, формуючи різноманітні комплекси різного порядку.

У 1898–1899 рр. В. Докучаєв обґрунтував зональність як світовий закон, якому підвладні усі географічні явища на Землі. Наслідки широтного розподілу сонячної радіації виявляються в атмосферних процесах, в зональності баричного розподілу повітряних мас (системи повітряних мас), гідротермічних властивостях повітряних мас, розподілі повітряних мас, процесах стоку, режимах річок, формуванні ґрунтових вод, характері заболочення, геохімічних процесах (руху водних розчинів у ґрунті). Згідно з періодичним законом географічної зональності, вирішальний вплив на перелічені та супутні їм процеси мають річний радіаційний баланс, тобто відношення радіаційного балансу до кількості тепла. Радіаційний баланс є результатом трансформації потоку сонячної радіації в географічній оболонці.

Зональними є система географічних поясів. Зокрема, є два полярні (арктичний і антарктичний) пояси, що охоплюють зону арктичних пустель і зону антарктичних пустель; два субполярні (субарктичний і субантарктичний) з зонами тундри і лісотундри в Північній півкулі та зоною океанічних луків у Південній півкулі; два помірні (північний і південний) з зонами океанічних луків, лісовою та лісостеповою зонами північного поясу, степові зони, зони напівпустель і пустель північного поясу; два субтропічні (північний і південний), що охоплюють зони субтропічних вічнозелених лісів і чагарників (середземноморські), зони

субтропічних мусонних мішаних лісів, зони субтропічних степів і прерій, зони субтропічних степів, зони субтропічних напівпустель і субтропічних пустель; два тропічні пояси (північний і південний) з зонами вологих тропічних лісів, зонами тропічного рідколісся, сухих лісів і саван, тропічних напівпустель і зони тропічних пустель; два субекваторіальні (північний і південний) пояси об'єднують зони субекваторіальних мусонних лісів і зони саван та рідколісся. Екваторіальний пояс аналогічний до зони екваторіальних лісів (гілей).

Географічні пояси (десять з тринадцяти широтних географічних поясів) поділяють на географічні зони, з яких арктичних пустель, антарктичних пустель, тундри, лісотундри, океанічних луків, субантарктичного поясу, лісостепову, пустель субарктичного поясу та екваторіальна поширені лише в одній із зон – Північній або Південній, тобто вони не є “симетричними” в розумінні повторення.

### Періодичність, ритмічність і циклічність

Слово “період” означає “проміжок часу, під час якого закінчується який-небудь повторюваний процес”. Визначення поняття “період” близьке до термінів “епоха”, “етап”, які теж означають відрізки часу. Термін “періодичність” уживають для означення “повторюваності якого-небудь явища через певні проміжки часу”. Одним з найважливіших проявів періодичності є повторюваність елементів, рівномірність їхнього чергування.

Ритмічність і періодичність – поняття близькі, проте ритмічність означає рівномірну повторюваність або правильну періодичність, повторюваність через однакові проміжки часу, а періодичність – повторюваність узагалі. Ритмічність – це процес, а ритм – його результат. Аналогічна різниця є між термінами цикл та циклічність. Циклічність – це процес, зкупність взаємопов'язаних явищ, робіт, які утворюють рівномірне, закінчене, послідовне коло розвитку чого-небудь. Відповідно, цикл – результат циклічного процесу. Ритмічність завжди є періодичністю, однак періодичність не

завжди означає циклічність. Тому категорії “циклічність” і “періодичність” мають різне значення і не є синонімами.

Повторюваність у часі комплексу явищ, що розвиваються в одному напрямі, називаються ритмом. Існують ритми періодичні і циклічні. Ритми однакової тривалості – це періоди (наприклад, час обертання Землі навколо осі Сонця). Ритми змінної тривалості називають циклами. Ритмів багато, тривалість їх різна і походження неоднакове.

Циклічність у будові товщ гірських порід виявлена ще в ХІХ ст. Сьогодні відомо, що ритмічність і циклічність у товщах гірських порід пов'язана з космічними процесами.

Добре простежена ритміка у флішових товщах порід, де шари різної товщини ритмічно чергуються тисячі разів. Ритмічність спостерігають у вапняках і мергелях, де прошарки чистої породи чергуються з прошарками, які містять домішки. Така ритміка пов'язана із сезонними змінами умов осадження.

Ритміка в породах зафіксована як у порівняно молодих, так і в дуже давніх, яким сотні мільйонів років. Чергування прошарків підпорядковане певним закономірностям – чітко виявляють 11-річні ритми. Іноді фіксують і більші ритми – 35-, 100-річні. Періодичні зміни через однакові проміжки часу в деревному стовбурі, колонії коралів та озерних відкладів наводять на думку, що спільною причиною тут могла бути зміна клімату (тобто зміна сухих і вологих, теплих і холодних сезонів, років і багатолітніх періодів).

Циклічність порід уперше виявлена у вугленосних товщах, тобто комплекс відкладів від морських через континентальні й знову до морських називають циклом осадонагромадження. Цикли можуть бути прості з порівняно невеликим “набором” відкладів і складні, де на тлі загального напрямку умов спостерігають окремі відхилення.

Отже, ритмічність виражає повторюваність у часі комплексу явищ, які кожен раз розвиваються в одному напрямі. Зазвичай, вирізняють дві форми ритміки: періодичну і ритмічну. Періоди – це ритми однакової тривалості (наприклад, обертання Землі навколо осі або навколо Сонця). А цикли – ритми змінної тривалості (наприклад, сонячні цикли).

Кожен ландшафт має свою ритміку, тому періодичну ритміку треба розглядати як один з елементів структури ландшафтів. Ритми, особливо для біогенних організмів, є необхідною умовою нормального існування.

Стійкість біосфери, за В. Вернадським, виявляється в стабільності її загальної маси. Біосфера Землі від початку сформування як складна система з великою кількістю видів організмів, кожен з яких відігравав свою роль у загальній системі. Без цього біосфера не могла б існувати.

За теорією Л. Гумільова, "етнос" – це система, що має початок і кінець у часі і просторі; універсальним критерієм відмінності етносів між собою є стереотип поведінки – особлива мовно-психічна мова, що передається в спадок, але не генетично, а через механізм сигнальної спадковості шляхом наслідування. Будь-яка людина етнічна, з етнічними традиціями. На думку Л. Гумільова, кожна людина належить тільки до одного етносу.

Етнос як система створює єдність, підтримувану біохімічною енергією живої речовини біосфери. Ця енергія живиться зв'язками, які визначені пасіонарністю; частки пасіонаріїв і субпасіонаріїв у відсотках незначні, проте зміна кількості визначає стан етносу як закритої системи дискретного типу. Етноси як явище існують на межі біосфери та соціосфери і мають специфічне призначення в будові біосфери Землі.

Сенсовно пасіонарності Л. М. Гумільов стверджував, що вона передбачає непереборне внутрішнє прагнення до діяльності, спрямоване на реалізацію якої-небудь мети.

Пасіонарність є вродженою рисою психічної організації окремої людини. Пасіонарна людина прагне досягти найважливіших цілей і є новою ознакою зміни генотипу. Це добре відоме, його називають мутацією. Усувається пасіонарність природним добором як будь-яка ознака, що заважає самозбереженню і дає змогу зіставити процес етногенезу з явищем сукцесії.

Однією ознакою пасіонарності є характеристика поведінки – ефект надлишку біохімічної енергії живої речовини, ефект

мутації, що породжує жертовність заради ілюзорної мети. Непасіонарна людина може мати більшу енергію, ніж пасіонарна, і навпаки, якщо частина енергії в пасіонарія йде на інші цілі (за Л. Гумільовим, так званий надлишок енергії).

Поведінка людини продиктована інстинктом або особистого, або видового самозбереження, що виявляється в прагненні до розмноження й виховання потомства.

Пасіонарність, навпаки, змушує людей жертвувати собою і своїми близькими. Її можна розглядати як антиінстинкт. За ступенем пасіонарності є люди-пасіонарії, у яких імпульс пасіонарності більший від імпульсу інстинкту; люди гармонійні, у яких імпульс інстинкту дорівнює імпульсу пасіонарності; субпасіонарії, у яких пасіонарність менша, ніж імпульс інстинкту.

Л. Гумільов увів поняття пасіонарного поштовху, який має космічний характер. Майже всі відомі нам етноси згруповані у своєрідні конструкції – “культури” або “суперетнічні цілісності”. Етнос живе в певному просторі, у якому він з’явився й сусідує. Іноді, набравши силу, він мігрує усім або частиною свого складу, втрачаючи певну частку запасу енергії. Окремі етнічні групи гинуть, а інші, потрапивши в ізоляцію від могутніх сусідів, перетворюються в ізольовані, реліктові етноси, у яких немає ні приросту населення, ні саморозвитку суспільного буття, а модифікації відбуваються тільки під впливом сусідів. Тому етогенез можна зрозуміти як безліч процесів етогенезів у тих або інших регіонах. На розвиток етносів впливають зовнішні чинники, після яких інерція поступово згасає. Для спонтанного суспільного розвитку по спіралі етносфера й етогенез є фоном. Етнос у розвитку від поштовху, підйому зазнає занепаду і згасання.

Сонце надсилає імпульси, які спричиняють пасіонарні поштовхи. З послабленням сонячної активності зменшуються пучки (кванти) енергії, які проходять невисоко над землею поверхнею, призводячи до мутацій.

Близьким до синергетичного є механізм еволюції етносів: зовнішній вплив (сонячне випромінювання), поява “пасіонарії”, точка біфуркації, становлення і розвиток етносів. За

Л. Гумільовим, “пасіонарії” – щось на подобу центрів кристалізації. Пасіонарний поштовх спричиняє появу енергетичних (пасіонарних) особливостей, а вони, відповідно, “індукуючи пасіонарність”, формують етнос.

За схемою Л. Гумільова, етногенез охоплює динамічну форму – становлення, де понад усе підносяться інтереси етносу. Його обов’язок перед загалом. Створюються передумови ведення посилених війн, у ході яких зазнає змін природа. Після настає активна фаза (від франц. *акме* – вершина), коли етнос набуває сили й переходить у нормальний стан, створюються умови піднесення індивідуалізму, продовжуються війни на паралелях з розвитком культури. Порушення природи стабілізується в пасіонарних країнах, проте в завойованих зазнає значних збитків. Врешті-решт, настає етап деградації – фази “загасальних” коливань, коли кожен думає про себе, продовжує невпинне збагачення. Етнос досягає гомостазу. Природа або консервує, або деградує (етнос на цьому етапі гине). Він досягає загибель під впливом зовнішніх або внутрішніх чинників. Спогади про героїв – це власне період слави етносу.

Залив географічного середовища на рівень розвитку суспільства є доволі значним, однак він по-різному виявляється на різних етапах. У цьому контексті Л. Гумільов висунув концепцію (концепцію пасіонарності), згідно з якою розвиток етносу залежить від багатьох природних космічних чинників. Вони, відповідно, формують особливий тип людей – пасіонарів, наділених сильною енергією мети і впливу на маси. Їхня діяльність пасіонарів нерозривно пов’язана з місцем (середовищем), простором, часом і космічними чинниками.

Основи географічного детермінізму закладені безпосередньо з появою геополітики, яку наприкінці XIX ст. сформулювали Ф. Ратцель у Німеччині та Р. Челлен у Швеції. Їхні ідеї в багаті було не завжди об’єктивно використане.

Поняття “географічне середовище” вужче, ніж поняття “природне середовище”. Природне середовище охоплює геосферу і біосферу, тобто живу і неживу частини природи. Вони під впливом людини, однак людина поступово, опано-



вуючи природні багатства і природні джерела засобів життя, змінює його за допомогою засобів праці. У ході еволюції людина принесла в природу чимало штучного, створила штучне середовище, наповнене різноманітністю предметів матеріальної і духовної культури.

У взаємодії людини з природою виникає чимало конфліктів. Сьогодні очевидні не локальні (регіональні), а глобальні (всеземні) екологічні проблеми: усі сфери землі зазнали докорінних змін. А останніми десятиріччями людина поширила свій вплив і на позаземний (космічний) простір (озонові діри і генетичні зміни в організмах).

Існує симетрія усіх законів природи. І в природі багато речовин та організмів мають симетричну будову, коли ліва їхня половина відповідає правій. Симетрія рельєфу – це певна послідовність, правильність, регулярність, взаємна відповідність та сумірність форми й елементів земної поверхні планетарного та локального рівня. Загалом земній кулі та її планетарному рельєфу властиві сферична симетрія тіла обертання (тобто відповідність щодо площини екватора до меридіанів). На регіональному рівні симетрія виявляється в будові гірських систем і хребтів чи долин. Панівний тип симетрії таких форм та елементів білатеральний (подібний до структури листка рослини). Найповнішу симетрію має рельєф первинних морських долин (деякі ділянки Причорномор'я) та льодовикових і прильодовикових районів Північно-Західної України. З часу звільнення цієї території від льодовикового покриву розвиток ускладнив рельєф і відбулося відхилення від симетрії. Асиметрія рельєфу виникає під впливом різних чинників: тектонічного, геологічного, аеродинамічного, гідродинамічного. Найбільше виражена асиметрія на території України простежена в річкових долинах і межиріччях позальодовикової зони. Таку картину спричиняє вплив сили інерції, зумовленої обертанням Землі, завдяки чому течії річок у Північній півкулі відхиляються вправо і підмивають береги.

Просторова відмінність (диференціація) геокомплексів складалася внаслідок тривалого і складного процесу розви-

Вона властива всій географічній оболонці й виявляється в різноманітному (з півночі на південь) та західно-східному нахилі.

Процесам, які відбуваються на земній поверхні, притаманна асиметричність. Зазначимо, що частинам суходолу відповідно відповідають водні акваторії (ділянки суходолу й морські води, прибережні шельфи і глибоководні западини, асиметричні відносно центра Землі), Арктика (нагромадження льоду) і Антарктида (основаю є суходіл).

Асиметричним є і тепловий режим півкуль (термічний екватор проходить північніше географічного в середньому на 10°). Температура Північної півкулі вища, ніж Південної відповідно, мінімальні температури змінюються від -70 до -90°C. Асиметричні також гіпсометричні рівні. Найвищим гіпсометром є Антарктида (середня висота - 2 040 м).

Асиметричний тепловий режим Східної і Західної півкуль визначає континентальніший клімат Азії та помірніший у Північній Америці. Гірські хребти Азії простягаються впоперек тропічних повітряним масам, які могли б проникнути далеко на північ. Таке ж співвідношення суходолу і вод у півкулях, зустрічання океанічних течій тощо.

### Зональність як закономірність географічної оболонки

В основі географічної зональності є куляста форма Землі та її положення щодо Сонця. Отже, зональні тільки ті процеси і явища, особливості яких пов'язані з кутом падіння сонячного проміння. Усі інші, хоч і розподілені зонально, зумовлені іншими причинами, з географічною зональністю безпосередньо не пов'язані.

Своєрідний закон зональності виявляється в тому, що поверхня Землі розділена на геокомплекси різного розміру і складності, які загалом змінюють один одного по широті. В основі їхнього виділення - подібність і відмінність як внутрішнього кожного з них, так і природних умов кожного. Подібність і відмінність особливостей геокомплексів зумовлені зональним розподілом променевої енергії Сонця. Її розподіл

визначає кількість тепла в кожному конкретному місці, розподіл вологи, різну інтенсивність кругообігу мінеральних і органічних речовин і різний хід кліматичних, гідрологічних, геохімічних, ґрунтоутворювальних та інших процесів. Звідси й численна різноманітність геокомплексів у межах географічної оболонки, що потребує їхньої класифікації.

Закон зональності відображає існування системи різних за особливостями і розмірами геокомплексів – частин географічної оболонки. Об'єктивно існують природні утворення – географічні пояси, ландшафтні зони (найвищі зональні одиниці поділу). Найнижчою одиницею є географічний ландшафт – індивідуальна одиниця, яку далі не поділяють за зональними ознаками. У межах ландшафту вже не простежуються зональні відмінності в кліматі, ґрунтах та інших компонентах. У внутрішній будові ландшафт поділяють тільки на морфологічні складові (наприклад, місцевість, урочище, фація та ін.). Урочища та фації більш-менш однорідно повторюються в певному ландшафті. Урочищами можуть бути яр, горб, балка. Фаціями є частини урочищ, наприклад, ділянки горбів або їхні схили чи зниження між горбами (Гродзинський Д. М., 1993).

За ознакою подібності походження, структури тощо ландшафти об'єднують у типологічні групи (класифікаційні одиниці, класифікаційні категорії різного таксономічного порядку: види ландшафтів, підкласи та класи ландшафтів, підтипи і типи ландшафтів).

Види ландшафтів – найнижчий ступінь класифікації, що об'єднує найближчі за генезисом і морфологією ландшафти. Звичайно, вони пов'язані з подібністю будови та рельєфом. Тип ландшафту – найвища таксономічна одиниця типологічної класифікації ландшафтів. Він об'єднує ландшафти, які мають більш загальні генетичні риси здебільшого в межах однієї географічної зони. Типами є ландшафти тайгові, широколистяних лісів, степові, пустельні та інші (однак типами називають болотні й лучні ландшафти, поширені в різних зонах). Типи ландшафтів утворюють природні зони і підзони.

Уявлення про зональність окремих природних компонентів виникло давно; про клімат, наприклад, знали ще в античні часи. Вагомий внесок у розвиток учення про географічну зональність, наукові узагальнення про зональність окремих природних компонентів, зокрема про зональність клімату, рослинного покриву та тваринного світу зробив О. Гумбольт.

Учення про географічні зони відоме ще з античних часів, однак закон зональності географічної оболонки вперше обґрунтував 1898 р. В. Докучаєв. За основу поділу було взято окремі природні компоненти, а весь їхній комплекс. Пізніше, у 30-х роках ХХ ст., Л. Берг на підставі докучаєвських природних зон розробив детальніший поділ суходолу на географічні зони.

Згодом М. Будико сформулював періодичний закон географічної зональності. Його найліпше відображає коефіцієнт зволоження ( $K=O/B$ ), який у кожній зоні має своє вираження і це вираження повторюється, наприклад,  $K=1$  у зоні лісостепу помірного поясу і зоні саван тропічного поясу [ $K$  – коефіцієнт зволоження;  $O$  – річна кількість опадів, мм;  $B$  – випаровування, мм/за рік].

### Цілісність географічної оболонки

Між озоновим шаром і нижньою межею активного шару атмосферних порід, на які впливають екзогенні чинники, розташована географічна оболонка. Вона, можливо, єдина в Сонячній системі, у межах якої взаємодіють космічні й земні чинники (атмосфера, літосфера, гідросфера і біосфера). У межах географічного простору географічна оболонка складна і динамічна.

О. Гумбольт у праці “Космос” послідовно виклав засади цілісного бачення та єдності органічного і неорганічного складників, що організований і функціонує за певними законами та правилами, єдиний і цілісний. Він розвивав думку про те, що царства рослин і тварин, як і людське суспільство, мають власну історію; намагався охопити цілісним поглядом явища еволюційного сходження від найпростіших форм матерії до найскладніших, від люди-

ни до космічних утворень. Сам хід історії органічного світу закономірно пов'язаний з геологічними, кліматичними та іншими змінами на поверхні Землі. А дослідження закономірностей подібного роду має бути повністю підпорядковане цілісному баченню природи. По суті, О. Гумбольдт окреслив контури своєрідної мети науки, об'єктом дослідження якої є життя як космічний феномен. Згодом можливості такого підходу реалізував В. Вернадський у вченні про біосферу.

Ландшафтна оболонка Землі – складна ієрархічно організована система ПТК різних рівнів з системними ознаками. Їй притаманні такі ознаки: гомеостатичність – здатність систем підтримувати рівень життєвих процесів (забезпечує стійкість), видовий склад, структуру, режим функціонування; цілісність – узгоджена зміна біотичних та абіотичних компонентів ПТК завдяки зворотним зв'язкам (функціональна єдність і цілісність системи).

Географічна оболонка має різноманітний речовинний склад, який перебуває у твердому, рідкому та газоподібному станах, має різну щільність, в'язкість, роздрібненість речовин відмінного хімічного спектра. Крім того, у межах географічної оболонки спостерігають незліченне багатство видів енергії та форм її перетворення, наприклад, органічної речовини. Рух речовин, потоків енергії, циркуляції повітря, води, ґрунтових розчинів, хімічних реакцій, міграцій хімічних елементів слугують носіями енергії та руху й зумовлюють її цілісність.

Властивості географічної оболонки, як і будь-якого організованого об'єкта, визначені складом і структурою (наприклад, ландшафтної) її речовин. Один із структурних рівнів – геокомпонентний (сукупність порівняно однорідних природних речовинних утворень на земній поверхні); компонентами є гірські породи, повітря, вода, рослини, тварини, ґрунт, мерзлі породи тощо. В географічній оболонці домінують три рівні організації речовини – неживої, живої та поєднання живої і неживої. Крім того, її утворюють чотири геосфери – літосфера, атмосфера, гідросфера і на їхньому перетині – біосфера.

Не всі вони, крім гідросфери, входять цілком у географічну оболонку.

Складніший порівняно з геокомпонентним є геосферний структурний рівень географічної оболонки. Він розташований ярусно відповідно до щільності речовини Землі й утворює ярусну вертикальну структуру.

Геокомпоненти, взаємодіючи, утворюють геосистемний структурний рівень (природно-територіальні комплекси і природні аквальні комплекси). Вони формують горизонтальну структуру географічної оболонки. Рівнями розмірності систем є планетарний, регіональний і локальний. Усім їм властива складна ієрархічна організація різних структурних рівнів (від атомів до макротіл) в одному з агрегатних станів або у формі живої речовини.

З віддаленням від географічної оболонки простежується поступове спрощення організації та зменшення складності, послаблення зв'язків між її складовими.

Основні ознаки структури географічної оболонки – її розчленованість на океанічну і материкову частини з великою кількістю активних поверхонь (межа земних і космічних сил), складною будовою географічної оболонки, наявністю в ній географічної поясності та зональності, а отже, розподілом кліматичних умов, ґрунтів, рослинності, тваринним світом і, відповідно, специфікою різних типів природокористування.

У географії, як і в будь-якій іншій науці, історично змінювався зміст парадигми, який виражає її сутність. Одна і та ж наука наділена декількома парадигмами, кожна з яких впливає на той чи інший її напрям. Наприклад, вивчаючи малодосліджені райони, географія розвивалась переважно в межах хорологічної парадигми. Її головним завданням було описати нові землі, виявити їхнє розташування і скласти карти про окремі ділянки земної поверхні та Землі в цілому. Ці й подібні завдання були сенсом географічної діяльності, особливо епохи Великих географічних відкриттів у першій половині XVI ст. або Великих північних експедицій у другій половині XVII–XVIII ст.

Хорологічна парадигма як наукова доктрина географії обґрунтована на початку ХХ ст. А. Гетнером. Учений опрацював класифікацію наук з поділом на систематичні, історичні і хорологічні (сюди входила, за його визначенням, географія).

Поряд з хорологічною парадигмою розвивалась систематична, яка охоплювала явища певного класу або класифікаційних одиниць явищ (наприклад, класифікація ландшафтів О. Гумбольдта в “Космосі” з виділенням однорідних або близьких за природою відомих територій, поясів освітлення, кліматичних поясів і зон, їхнє впорядкування у класи різних явищ природи, що репрезентували взірці класифікаційної парадигми) (Саушкин Ю. Г., 1980).

Систематична парадигма найповніше виявляється через виокремлення певних типів явищ – ознак подібності – класифікацію. На її противагу, виявлення відмінностей, притаманних певним територіям, і визначення меж, що відокремлюють їх від суміжних територій, надають цим відмінностям індивідуальності, є сутністю районування. Класифікація і районування в систематичній парадигмі виражають континуально-дискретну природу об’єктів; їх можна розглядати як неперервно-перервні протяжності на всій земній поверхні.

Будь-які географічні об’єкти (моделі) з загальними характеристиками є територіями певного розміру й охоплюють елементи різної природи. Однак їх можна зіставити одні з одними через близькість візуальних форм. У другій половині ХХ ст. з огляду на впровадження комп’ютерного моделювання для вивчення динамічних ситуацій у явищах і процесах земної поверхні і прогнозування їхніх змін сформувався модельна парадигма. Вона виражає загальні ознаки, закономірності, не беручи до уваги відмінностей і специфіки об’єктів, випадковостей тощо.

З модельною пов’язана системно-структурна, або системна, парадигма, яка впорядковує множину систем (підсистем), що за певним принципом співвідносяться між собою. Системи живої (і неживої) природи наділені здатністю до саморегулювання і самоорганізації, їхню цілісність вивчають за

завждию системного підходу. Вивчення складних явищ та явищ з інформацією лише на вході і виході систем ("чорної скриньки"). Системна парадигма завжди структуризована, складається з елементів, які перебувають між собою в різного роду зв'язках (прямих, зворотних (інформаційних) і утворюють ієрархію.

В загостренніях проблеми збереження довкілля, життєвого середовища загалом і людини зокрема, її господарської та господарської діяльності, розвинулась екологічна парадигма. Біологи (біоцентристи) звужують поняття екологічної парадигми лише до сукупності живих організмів у біосфері (біогеографічна парадигма).

На противагу їм, соціологи вважають найважливішим у визначенні умов природного середовища людини соціум. Вчені, які дотримуються постулатів біоекологічної та соціоекологічної парадигм, у першому випадку звужують розуміння біосфери, а в другому – перебільшують значимість соціуму, який сам по собі не є аналогічний до ноосферної системи. Найважливіші складові життєвого середовища – вода і нежива речовина, у тім числі людина. На відміну від біогеографічної і соціоекологічної парадигм, геоєкологічна парадигма включає Космос і Землю, яка в нього входить і з якою узгоджує розвиток усіх складових (коеволюцію). Природні системи (підсистеми Космосу) перебувають у нестійкій рівновазі самі з собою, що ускладнює вивчення складних природних комплексів і систем.

У географії відбувається поступове зміщення досі панівних ідея нових концепцій – від краєзнавчої, геокомпонентної до системної та синергетичної з ієрархічно відкритими складовими нелінійними геосистемами, що саморозвиваються. В синергетичній системі, якій притаманні властивості самоорганізації та саморозвитку, соціум є невіддільною структурною частиною надскладної природно-господарської системи (ПГТС) (К. А. Позаченюк). У системі природа-людина впливає на природу через природокоординованість від охорони і збереження в незмінному вигляді природи через концепцію стійкого розвитку, до коадаптив-



ної, у якій господарська складова узгоджена з природною. У разі невідповідності в цілісній стійкій системі природної підсистеми господарській між ними посилюється ступінь деструктивних процесів, що дестабілізує структуру кожного з середовищ, вносить невизначеність в організацію. Між господарською та природною підсистемами з'являються дестабілізуювальні зв'язки, що збіднюють умови життєдіяльності суспільства та біоти загалом.

Пріоритети природокористування визначені світоглядом (ідеологією); вони узгоджують різні типи зв'язків між суспільством та природою і змінюються під впливом внутрішніх та зовнішніх чинників, іншими словами, йдеться про плюралізм концептуалізації взаємовідношень природи і суспільства. Сформувався специфічний напрям міждисциплінарних досліджень – ландшафтної історії, теоретико-методологічним підґрунтям якої стає своєрідна концепція ландшафту як наслідку перетворювальної діяльності людини з широким спектром варіацій (природний, антропогенний, культурний ландшафт).

У географічній науці на зміну ідеям усталеності розвитку людського суспільства в історії та регулювання набуває поширення концепція коеволюцій як “взаємне та кероване пристосування людини та біосфери, яке відбувається за умов безперервного пошуку стійких станів та їх змін відповідно до ситуації, що склалася” (Швебс Г. И.) Спостерігається екологізація наук, в яких використовують екологічний метод і знання в інтеграційних (міждисциплінарних) дослідженнях і підходах.

Такі й подібні дослідження по-новому висвітлені в працях, присвячених реконструкції механізму і закономірностей антропогенізації ландшафтів різних епох; власне це дає передумови визначити інтеграцію природно-географічних та соціально-історичних складових у ході коеволюції (наприклад, виникнення етнічних, поселенських, сакральних ландшафтів чи їхніх різновидів). У синтезі природного та культурного роблять спроби виявити тенденції інтеграції компонентів у певні об'єднання, а вияв специфічних їхніх композицій міс-

є важливу інформацію про історичне минуле ландшафту й слугує теоретичним підґрунтям інтерпретації ландшафту як синтезу природного та культурного й синтезу взаємовпливу людини на ландшафт.

### Питання для контролю і самоконтролю

1. Що таке географічна оболонка і які особливості її при-  
таманні?
2. Схарактеризуйте головні кліматичні пояси Землі.
3. У чому виявляються закономірності в будові земної по-  
верхні?
4. З чим пов'язані і де на Землі найактивніші сейсмічні  
зони?
5. Яка роль живих організмів у географічній оболонці?
6. Назвіть основні види природних ресурсів.
7. У чому суть концепції географічного детермінізму?
8. Які основні етапи еволюції етносу за Л. Гумільовим?
9. З'ясуйте зміст теорії платформ і назвіть основні тенденції  
їхнього руху.
10. Назвіть основні гіпотези утворення Сонячної системи (та  
її склад).
11. У чому сутність концепції стійкого розвитку (1992 р.,  
Концепція ООН з питань навколишнього середовища і  
розвитку)?
12. Які ймовірні сценарії кліматичних змін у майбутньому і  
які можливості їхнього прогнозування?
13. Які загрози треба очікувати від надмірного вирубування  
лісів і як цей процес впливає на сільське господарство і  
водний режим?

### Список літератури

#### Основна

1. Блїй Г. де. Географія : світи, регіони, концепти / Г. де  
Блїй, П. Муллер ; пер. з англ. – К. : Либідь, 2004.
2. Гродзинський М. Д. Основи ландшафтної екології : під-  
ручник / М. Д. Гродзинський. – К. : Либідь, 1993.
3. Заставний Ф. Д. Україна. Природа, населення, економі-  
ка / Ф. Заставний. – Львів : Апріорі, 2011.

4. Мороз С. А. Методологія географічної науки : навч. посібник / С. А. Мороз, В. І. Онопрієнко, С. Ю. Бортник. – К. : Заповіт, 1997.
5. Олійник Я. Б. Загальне землезнавство / Я. Б. Олійник, Р. П. Федорищак, П. Г. Щищенко. – К. : Знання-прес, 2003.
6. Пащенко В. М. Землезнання. Методологія природничо-географічних наук / В. М. Пащенко. – Кн. 1. – К., 2000.
7. Шаблій О. І. Суспільна географія: теорія, історія, українознавчі студії / О. І. Шаблій. – Львів : ЛНУ імені І. Франка, 2001.

#### Додаткова

1. Бондаренко А. О. Поняття і терміни з фізичної географії : словник-довідник / А. О. Бондаренко. – Суми : Сум. ДПУ ім. А. С. Макаренка, 2007.
2. Баттимер А. Путь в географию / А. Баттимер ; пер. с англ. А. В. Тарусова. – М. : Прогресс, 1990.
3. Географы. Геологи. Биографический справочник. – Киев : Наукова думка, 1985.
4. Грегори К. География и географы : Физическая география / К. Грегори ; пер. с англ., под. ред. А. Ю. Ретеюма. – М. : Прогресс, 1988.
5. Джонстон Р. Дж. География и географы : очерк развития англо-американской социальной географии после 1945 г. / Р. Дж. Джонстон ; пер. с англ. Н. М. Алаевой – М. : Прогресс, 1987.
6. Мир географии: География и географы. Природная среда / редкол. : Рычагов Г. И. и др. – М. : Мысль, 1984.
7. Саушкин Ю. Г. История и методология географической науки : курс лекций / Ю. Г. Саушкин. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1975.
8. Саушкин Ю. Г. Географическая наука в прошлом, настоящем и будущем / Ю. Г. Саушкин. – М. : Просвещение, 1980.
9. Ханвелл Дж. Методы географических исследований / Дж. Ханвелл, М. Ньюсон ; пер. с англ. В. Я. Барласа, и В. Н. Солнцева. – М. : Прогресс, 1977.

## КІБЕРНЕТИКА – НАУКА ПРО ПРОЦЕСИ КЕРУВАННЯ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ

Кібернетика — наука, яка вивчає загальні закономірності будови складних систем управління й перебігу в них процесів керування (інформації). Об'єктами є складні динамічні системи (збереження, передавання, опрацювання інформації за певної послідовності). Вона виникла лише в 40-х роках ХХ ст. Будь-яким системам притаманне керування і управління, особливо складним системам (біологічним, соціальним, технічним). Без інформації неможливі управлінські рішення, неможливі прямі й зворотні зв'язки. Кібернетика вивчає інформацію безвідносно до будь-якої системи, щоб абстрагуючись від конкретної природи її носія.

Основним об'єктом є кібернетичні системи. Людський розум є як оригінал (мозок) щодо моделі (ЕОМ). І оригінал, і модель викликані мислити і моделювати процеси мислення. У царстві пізнання (гносеології) суть моделювання полягає в відображенні розумінні об'єкта, тобто модель відображає певні ознаки оригіналу. Кібернетичний підхід моделює процеси інтелектуальної діяльності та переробляє інформацію. Моделювання інтелекту і мислення охоплює такі методи: імітаційний або біонічний (біоелектронний, який пробує імітувати роботу людського мозку), евристичний, програмування (метод зменшення переробки варіантів), еволюційне моделювання (спроба заміни моделювання людського інтелекту з аспекту розумного передбачення стану зовнішнього середовища з умінням підбирати реакцію).

Абстрактна кібернетична система виражає множину взаємопов'язаних об'єктів, названих елементами системи, що взаємодіють і переробляють інформацію, а також обмінюються інформацією. Елементи абстрактної кібернетичної системи – це об'єкти різної природи. Організацію зв'язків

між елементами кібернетичної системи називають структурою цієї системи. Розрізняють систему з постійною і змінною структурою. Зміни структури задають переважно як функції від стану всіх складових системи і від вхідних сигналів усієї системи. Систему називають детермінізованою, якщо всі ці функції є звичайними функціями. Якщо ж усі вони чи хоча б їхня частинка є випадковими, то систему називають можливою, або стохастичною.

Кібернетичні системи розрізняють за характером сигналів, які в них функціонують. Якщо всі ці сигнали задані неперервними параметрами, то систему називають неперервною. У випадку дискретності всіх цих величин система стає дискретною. У змішаних системах ідеться про всі типи величин. Поділ кібернетичних систем на неперервні та дискретні – процес умовний. Він виділяється глибиною проникнення в предмет вивчення системи того чи іншого математичного апарату. Наприклад, відомо, що світ має дискретну, квантову природу. Однак такі приклади, як величина світлового потоку, рівень освітленості, прийнято характеризувати неперервними величинами, тому що є змога їх плавно частково змінювати. Зворотні приклади ще численніші.

Розвиток науки про систему управління і кібернетику висунули проблему дослідження природи і суті інформаційних процесів (ЕОМ і систем керування).

Як наука, кібернетика пов'язана з удосконаленням засобів оцінки вимірювань інформації. К. Шеннон вивів формулу, якою можна розрахувати кількість інформації, абстрагуючись від її якісної характеристики. Інформація, її кількість становить міру впорядкованості структури на протизагу міри хаосу – ентропії.

Інформацією, інформаційним підходом можна виразити еволюційні процеси, їхнє ускладнення і розвиток. Наука, що вивчає інформаційні процеси і системи, їхню роль і методи побудови, становить зміст інформатики. Кібернетика має самостійні наукові напрями – інформаційну теорію алгоритмів, теорію автоматів, теорію оптимального керування тощо.

Комплексна науково-інженерна дисципліна, яка ґрунтується на даних ЕОМ систем переробки інформації, отримала назву інформатики. Її можна розглядати як ділянку людської діяльності, пов'язану з процесами перетворення інформації за допомогою комп'ютерів і їхньої взаємодії з середовищем прикладання. Структуру інформатики можна розглядати по-різному (за складом, функціональними ознаками та ін.), одними з основними напрямками є формування поняття "інформаційна система", її місце в природознавстві, закономірності розвитку, переробка інформації. Найважливіші завдання інформатики – дослідження інформаційних процесів, розробка їхніх технологій, забезпечення ефективного використання комп'ютерної техніки в різних галузях.

Засоби, методи, персонал, які збирають, зберігають, опрацьовують і видають інформацію, називають інформаційною системою (ІС). Інформаційні системи охоплюють персонал, засоби телекомунікації і відрізняються від комп'ютерів, які оснащені спеціалізованими програмними засобами, технічною базою та інструментом.

Інформатика підпорядкована основним законам, що пов'язані з наявністю багатоваріантного аналізу в ухваленні рішення (закон необхідного різноманіття); ціле неможливо досягти лише до суми його частин. Тому система має ознаки, пов'язані з притаманні її елементам керування, і орієнтована на отримання максимально повної інформації.

Керування – це організація процесу, що веде до поставленої мети. Воно ґрунтується на інформації, однак обов'язково визначає мету та шляхи її досягнення, а також асоціюється з певною організацією планування і керування за допомогою системного підходу.

У кібернетичі вперше сформовано поняття "чорного ящика". Кібернетика виявляє залежність між інформацією та певними характеристиками систем. З підвищенням ентропії зменшується інформація, оскільки все усереднюється. І навпаки, зменшення ентропії збільшує інформацію. Інформація характеризує міру різноманітності систем. Одним з основних законів кібернетики є закон необхідного різноманіття. Між

різноманіттям і керуванням існує прямиий зв'язок. Кібернетика дає загальнонаукові поняття (наприклад, поняття управління складнодинамічної системи) і впроваджує нові методи дослідження: ймовірні, стохастичні, моделювання на ЕОМ та ін. Сучасні ЕОМ є потужними машинами, особливо завдяки величезній швидкості опрацювання варіантів (100 млн за секунду, тоді як у людини – два). Однак людина є логічно мислячою, творчою істотою.

Складніші системи зазнають різноманітних впливів. Одночасно в складних системах існують зв'язки між різними частинами. Система в критичному стані переходить поріг (точку біфуркації). Вона “вагається” перед вибором подальшого ходу еволюції, у ній взаємодіють необхідність і випадковість.

Наука сформувала принцип саморуху в неживій природі, створила складніші системи з простіших і підтвердила висновки теорії відносності про взаємоперетворення речовини й енергії, пояснила утворення речовин (перехід з кінетичної до потенціальної енергії). Речовина наділена зв'язаною енергією, кількість якої виражає ентропія (ентропія є мірою творчості та її результатом). Синергетика дає відповідь на питання, завдяки чому відбувається еволюція в природі. Кібернетика пов'язана з проблемою зародження розуму, а синергетика – проблемою виникнення матерії. Узагальнений характер кібернетичних ідей і методів зближує науку про керування, якою є кібернетика, з філософією.

Один з основних методів кібернетики – метод математичного моделювання систем і процесів керування. Системи вивчають у кібернетиці за їхніми реакціями на зовнішні впливи, інакше кажучи, за тими функціями, які вони виконують. Суть математичного моделювання полягає в тому, що експерименти відбуваються не з реальною фізичною моделлю досліджуваного об'єкта, а з його математичним описом, реалізованим у комп'ютері.

Для дослідження систем кібернетика використовує три принципово різні методи: математичний аналіз, фізичний експеримент і обчислювальний експеримент. Перші два з них широко застосовують і в інших науках.

Суть першого зводиться до вивчення об'єкта в рамках цього чи іншого математичного апарату і наступного виділення різних дій з опису шляхом математичних дедукцій. Суть другого зводиться до проведення різних експериментів як із самим об'єктом, так і з його реальною фізичною моделлю. Одним із важливих досягнень кібернетики є розробка і широке використання нового методу вивчення, який назвали математичним експериментом.

Першим термін "кібернетика" використав для керування в загальному значенні давньогрецький філософ Платон. Однак реальне становлення кібернетики як науки відбулося набагато пізніше. Воно було обґрунтоване розвитком технічних засобів керування й опрацювання інформації. Ще в середні століття в Європі стали виготовляти андроїди – людиноподібні механізми, які є механічними, програмно керованими приладами.

Теоретичне ядро кібернетики – це такі розділи, як теорія інформації, теорія кодування, теорія алгоритмів, загальна теорія систем, теорія оптимальних процесів, методи вивчення динаміки, теорія розпізнавання образів, теорія формальних мов. Кібернетика імітує моделювання мозку і його різних функцій. Вона об'єднує теорії зв'язку (сигналів), інформації, систем керування, автоматів, ухвалення рішень, синергетики. Для синтезу рішень в аналізі кібернетика має апарат математичного аналізу, лінійної алгебри, геометрії, випуклих множин, теорію ймовірності і математичної статистики. Крім того, включені високоприкладні галузі математики, математичне програмування, інформатика та інші дисципліни. Інструми кібернетики – біологічна, медична, технічна, інженерна, економічна, соціальна та ін.

Кібернетика як наука про керування дає змогу глибше розкрити механізм самоорганізації матерії, збагачує зміст категорій зв'язків, причинності, допомагає детальніше вивчити сутність необхідності і випадковості, можливості дієвості.

Більше значення кібернетики пов'язане з філософським аспектом, оскільки дає нове уявлення про світ, що ґрунту-



ється на ролі зв'язку, керування, інформації, організованості, зворотного зв'язку та ймовірності; розширює уявлення про суспільство як організоване ціле. Її загальнонаукове значення полягає в тому, що кібернетика дає загальнонаукові поняття, які є важливими в інших галузях науки – поняття керування, складної динамічної системи тощо; крім того, вона пропонує науці нові методи дослідження: імовірнісні, стохастичні, моделювання на ЕОМ; формує гіпотези про внутрішній склад і будову систем, які потім можна перевірити в процесі змістовного дослідження.

Методологічне значення кібернетики визначене тим, що вивчення функціонування простіших технічних систем використовують для висування гіпотез про механізм роботи якісно складніших систем з метою пізнання процесів, що відбуваються в них, – відтворення життя і навчання. Технічне значення кібернетики полягає у створенні на засадах кібернетичних принципів ЕОМ, роботів, ПЕОМ, що породило тенденцію кібернетизації й інформатизації для наукового пізнання всіх сфер життя.

До загальної кібернетики переважно зачисляють теорію інформації, теорію алгоритмів, теорію гри й автоматів, технічну кібернетику. Всередині самої кібернетики існує кілька основних напрямів.

Теоретична кібернетика, подібно до математики, є, власне кажучи, абстрактною наукою, що розробляє науковий апарат і методи дослідження систем керування незалежно від їхньої конкретної природи. Вона охоплює також загальнометодологічні й філософські проблеми цієї науки (Братко О. А., 1968).

Прикладну кібернетику залежно від типу досліджуваних систем керування поділяють на технічну (наука про керування технічними системами), біологічну (вивчає загальні закони зберігання, передавання й опрацювання інформації у біологічних системах) і соціальну (використовує методи й засоби кібернетики для дослідження та організації процесів управління в соціальних системах).

Кібернетика загалом охоплює всі науки в тій частині, що стосується сфери процесів керування, пов'язаних із цими науками і, відповідно, з досліджуваними системами.

### Питання для контролю і самоконтролю

---

1. У чому особливості сучасного етапу розвитку кібернетики?
2. Що таке порядок, хаос?
3. Які основні завдання кібернетики як науки?
4. Які основні методи використовує кібернетика для дослідження систем?

### Список літератури

---

#### Основна

1. Братко О. А. Психологія і кібернетика. Моделі психічної діяльності / О. А. Братко. – К. : Радянська школа, 1968.
2. Дибкова Л. М. Інформатика та комп'ютерна техніка : навч. посібник. [для студ. вищ. навч. закладів] / Л. М. Дибкова. – К. : Академ видав, 2003.
3. Теслер Г. С. Нова кібернетика / Г. С. Теслер. – К. : Логос, 2004.

#### Додаткова

1. Лук О. Н. Пам'ять, кібернетика, мислення / О. Н. Лук. – К. : Наукова думка, 1964.
2. Світличний О. О., Плотницький С. В. Основи геоінформатики : навч. посібник / О. О. Світличний. – Суми : ВТД Університетська книга, 2006.
3. Винер Н. Кибернетика, или Управление и связь в животном и машине / Н. Винер ; пер. с англ. – М. : Наука, 1983.
4. Глушков В. М. Кибернетика. Вопросы теории и практики / В. М. Глушков ; отв. ред. Михалевич В. С. – М. : Наука, 1986.
5. Кибернетика и философия : взаимопроникновение идей и методов / АН Латв. ССР. – Рига : Зинатне, 1977.

## **СИНЕРГЕТИКА ЯК ТЕОРІЯ САМООРГАНІЗАЦІЇ СИСТЕМ**

Наука вважає всі системи – від великих до малих – відкритими, такими, що взаємодіють з навколишнім середовищем і перебувають у становищі, далекому від термодинамічної рівноваги. Розвиток таких систем відбувається шляхом формування наростаючої впорядкованості. На цій підставі виникла ідея самоорганізації матерії. Поняття самоорганізації виражає фундаментальний принцип природи, що ґрунтується на спостереженні за розвитком від менш до більш складних, упорядкованих форм організації матерії, які виявляють тільки у разі зіставлення властивостей споріднених об'єктів. Наприклад, протон складний щодо кварків, але простий щодо атома водню; атом складний щодо протона й електрона, але простий щодо молекули і т.д.

Розвиток науки незмінно пов'язаний з появою нової методології осмислення або структуривання наукового знання. У цьому разі практично кожна наука намагається перейняти нові методології. Саме з таким взаємопроникненням досягнень різних наук пов'язують сподівання щодо розширення наукового бачення, появи нових можливостей прогнозування й розвитку певної предметної галузі.

Сьогодні науковій громадськості пропонують синергетичний стиль наукового мислення, що охоплює, з одного боку, ймовірне бачення світу, а з іншого, – сучасний етап розвитку системних досліджень, концепцій та ідей самоорганізації.

Синергетика (означає кооперативність, співпрацю, взаємодію різних елементів системи (Сугаков В. Й., 2001).

У синергетиці виникнення впорядкованих складних систем зумовлене флуктуаціями, конкуренцією і відбором того типу поведінки, який виявляється здатним виживати за умо-

конкуренції і дія якого поширюється не лише на органічний, а й на неорганічний світ.

За суттю синергетика – науковий напрям, який досліджує зв'язки між елементами структури, що утворюються у відкритих системах завдяки обміну з навколишнім середовищем, тобто синергетика є теорією самоорганізації в системі різної природи. У випадку зміни певних умов у системі утворюються якісно нові структури, які можуть переходити з однорідного недиференційованого стану спокою в неоднорідний, однак добре впорядкований стан або в один з декількох альтернативних станів.

Цими системами можна керувати, змінюючи зовнішні чинники, що діють на них. Потік енергії або речовини відкриває фізичну, хімічну, біологічну або соціальну систему далеко від стану термодинамічної рівноваги.

Етап самоорганізації спонукає по-новому поглянути на зв'язки випадкового і закономірного в розвитку систем, серед яких виділяють дві фази: плавну еволюцію і стрімкий адаптивний розвиток; у новій критичній точці процес стрімкого неможливо повернути назад. Проблеми самоорганізації також вивчає теорія катастроф.

Об'єктом вивчення синергетики можуть бути системи різноманітної природи, і вивчають їх різні науки: кожна з них досліджує свої системи своїми методами. Наука опікується процесами, унаслідок життєдіяльності яких у системі (у цілому) можуть з'явитися абсолютно нові якості, яких не має жодна з системоутворювальних частин. У цьому разі науковці увагу приділяють вивченню сукупності внутрішніх і зовнішніх взаємозв'язків системи, процесу росту, розвитку й адаптації систем. Наголошуючи на кооперативності процесу, що є в основі самоорганізації й розвитку систем, синергетика вважає, що хаос відіграє важливу роль у процесах руху системи, не завжди деструктивну, та досліджує процеси їхньої самоорганізації. Синергетика і хаос (порядок і безпорядок) вивчає в цілісним системним аналізом.

Синергетика володіє методами, які універсально можуть бути використані для досліджень найрізноманітніших явищ са-

моорганізації. Тому її фахівці визначають як головну ціль опанування проблем самоорганізації, а всі інші науковці розглядають їх лише в ряді інших явищ, що стосуються їхнього предмета.

За означенням Г. Хакена, прямим об'єктом дослідження є сукупність подій або реалій, яка може змінюватись з часом; певний вибірковий простір, який утворюють вибіркові точки – елементарні події стохастичної природи. Головна об'єктивна подія синергетичного змісту – процес самоорганізації, який відбувається обов'язково за участю великої кількості складових (атомів, молекул, складніших утворень – тіл тощо).

Зокрема, ландшафтознавчо-геохімічні синергетичні об'єкти такі: геохімічний ландшафт як самоорганізована система, відкрита, з наявністю прямих і зворотних зв'язків; біотичний колообіг, утворення живої речовини і розклад органічних речовин; механізм самоорганізації ландшафтних комплексів (тайговий, тундровий, степовий, гірсько-лучні та інші типи ландшафтів як різні типи біотичного колообігу, різні рівні самоорганізації). Самоорганізації ландшафту притаманні цілісність, емерджентність, відносна самостійність – здатність зберігати основні властивості в разі зміни зовнішніх умов; роль живої речовини та процесів розкладу органічних сполук як чинників самоорганізації ландшафту. Самоорганізація тим більша, чим більше в ландшафтах живої речовини, щорічної продукції, чим енергійніший біотичний колообіг атомів, і тим менша, чим енергійніші рельєфоутворювальні процеси, чим різноманітніша будова надр. Об'єкти і предмети геоecологічно-синергетичних досліджень свідчать про значну близькість і співвідносність їх з ландшафтознавчими відповідниками; і ті, й інші належать до найускладненіших атрибутів інтегративних синергетичних досліджень.

Системи, сформовані природою, – самовідновлювальні (самотворчі), тоді як “штучні” системи потребують постійної підтримки, догляду. Одне із завдань синергетики – доведення законів побудови організації, виникнення впорядкованості. На відміну від кібернетики, тут акцентують не на процесах

можливі й обміні інформацією, а на принципах побудови системи її виникненні та розвитку.

Завдання, пов'язані з оптимальною впорядкованістю та ефективністю, особливо гострі в разі вивчення глобальних проблем – енергетичних, екологічних та багатьох інших, які потребують залучення великої кількості ресурсів.

Синергетику як теорію можна застосувати не тільки у природі. Вона міждисциплінарна й однаково доступна фізиком, психологам, історикам, біологам та іншим учням. За словами Г. Хакена, це нова дисципліна: “в ній досліджують спільні дії багатьох елементів систем. Але для наближення загальних принципів, що керують самоорганізацією, необхідне кооперування багатьох різних дисциплін” (Хакен Г., 1991). Самоорганізація – спонтанне створення високовпорядкованих структур навіть з хаосу; її порядкує “ймовірність”, стійкість – через нестійкість, хаос і порядок, випадковість та необхідність. Синергетика в цьому осмислює найважливіші категорії науки і філософії: зворотності та незворотності, ентропії–часу

Закон самоорганізації складних систем є не що інше, як результат кооперування і взаємодія елементів підсистем. Самоорганізація, як і еволюція, виражає принципи розвитку природи. Процеси розвитку незворотні, саме звідси й виникає “теплова смерть” Всесвіту. “Самоорганізація” не тільки відображає впорядкованість, а й стверджує про внутрішні сили розвитку систем. Як відомо, відкриті системи повинні обмінюватися з довкіллям речовиною, енергією та інформацією. Протилежністю відкритих систем є закриті системи, наприклад, Всесвіт за І. Ньютоном.

Відкриті дисипативні нелінійні системи – упорядковані структури, що виникають в ході розсіювання енергії. Без розсіювання вільної енергії не можуть виникнути нові структури. Властивості лінійних систем не залежать від зовнішнього впливу на неї, а система перебуває ніби “поза межами реальності”. Неврівноважений стан є основним механізмом самоорганізації в синергетиці.

Відкритою системою є Всесвіт, який обмінюється енергією з довкіллям і розсіює енергію. Самоорганізація Всесвіту як системи відбувається від нестійкого стану до стійкого і проходить так звану точку біфуркації. Тобто в цій точці система може переходити в один з можливих стійких станів. Стійкість системи може визначити випадковість, незворотний якісний стрибок. Отже, розвиток будь-якої системи проходить закономірний детермінований шлях і шлях біфуркації. Біфуркація у розвитку тієї чи іншої системи створює критичні ситуації, а інколи відповідає катастрофам на Землі. Відліки еволюційного процесу визначені частотою точок біфуркації.

Як відомо, система завжди структурована, складена з елементів, між якими усталюється взаємозв'язок з напрямленим розвитком. Системний метод вивчає важливі сторони динамічної стійкості, самоорганізації і виникнення нових системних якостей. З цих позицій можна виявити відмінності між кібернетикою і синергетикою. У синергетиці досліджують механізми виникнення нових станів, структур і форм, вона опирається на принципи позитивного зворотного зв'язку, що виникли в системі, створюючи передумови для появи нової системи.

Більшість активних користувачів синергетичної методології – це науковці в галузі фізики, біології, математики, проте значну зацікавленість нею виявляють психологи, культурологи і соціологи, юристи і філософи.

Синергетика відіграє роль певного постачальника модельних аналогій, які згодом можуть бути наповнені реальним змістом досліджуваного предмета. Вона постає для інших наук як “евристики”, як “спосіб побачити світ по-іншому, по-іншому переконструювати проблемне поле науки”. Синергетика стає мовою міждисциплінарного спілкування, яка зрозуміла математикам, фізикам, біологам, психологам, філософам й іншим, незважаючи на те, що кожний розуміє синергетичні моделі по-своєму. Оскільки йдеться про виявлення й використання загальних закономірностей у різних галузях знань, то цей підхід допускає міждисциплінарність.

Міждисциплінарність синергетики вмотивована пошуком універсальних принципів еволюції й самоорганізації певних систем (будь-якого роду), незалежно від конкретної природи їхніх елементів або підсистем. Концепції самоорганізації (синергетики) можна розглядати як новий етап еволюції науки, який, з одного боку, опонує науковим спеціалізаціям, а з іншого, – несе в собі нові можливості діалогу наук. Крім того, синергетична методологія зменшить пошуковий шлях проб і помилок, а “нав’яже” дії, засновані на внутрішніх властивостях системи, законах її розвитку. Тому значення законів самоорганізації, формування впорядкованості систем важко переоцінити, що дає специфічні знання в галузі керування системи ззовні, змінюючи чинники, які діють у системі. Йдеться про провідні чинники, що впливають на системоутворювальні елементи і призводять до їхніх змін. Синергетика – це ідеологія об’єднання різноманітних галузей знань.

### **Синергетична парадигма. Принципи синергетики**

В основі механізмів самоорганізації, самоорганізувальних систем є складний набір елементів; система (здебільшого) є відкритою, нелінійною і стійкою, однак стійкість–нестійкість визначена конкретними умовами, ситуаціями. В разі переходу системи зі стійкого стану в нестійкий відбувається перегрупування і перебудова елементів системи, які впорядковують і узгоджують свої зв’язки й відношення, змінюючи їхні комбінації і порядок.

Синергетика вивчає загальні принципи, які є в основі всіх явищ самоорганізації (на межі багатьох наукових дисциплін). Вона як наука ґрунтується на теорії самоорганізації в складних системах різної природи. По суті, синергетичними можна вважати математичну теорію біфуркацій, теорію хаосу, нелінійну динаміку, теорію фазових переходів, методи комп’ютерного моделювання тощо. Отже, синергетика охоплює сукупність ідей, які ґрунтуються на принципах самоорганізації.



Нагадаємо, що наукова парадигма виражає сукупність ґрунтовних наукових ідей, концепцій, поглядів, які обґрунтовують загальноприйнятий характер бачення світу, стратегії наукового бачення. Ідея синергетики стає однією з методологічних і міждисциплінарних основ, а це означає, що різні за природою об'єкти (фізичні, хімічні, біологічні, соціальні) підпорядковані однакою фундаментальним законам, їхню поведінку можна описати однакою моделями еволюційно-синергетичної парадигми. Загальні положення синергетики допомагають оцінити роль тієї чи іншої системи, її складової. В точці біфуркації непередбачені обставини можуть визначити хід і поведінку подальшої еволюції системи, що може принципово і безпосередньо вплинути на розвиток історичних подій (універсальний принцип); іншим принципом синергетичних ідей є антропний принцип, який сьогодні не відіграє практичної ролі і має швидше теоретичний характер. Процес еволюції Всесвіту (у тім числі Землі) є напрямленим, однак її зазначена напрямленість певною мірою випадкова, а тому подальший хід біосфери є непрогнозованим у своєму розвитку.

Синергетика вивчає процеси самоорганізації й виникнення, підтримки, стійкості й розпаду структур різної природи. З огляду на це чи можуть узагалі синергетичні методи бути об'єднані так, щоб утворити єдиний апарат, необхідний для будь-якої нової теорії? З-поміж величезної кількості проблемних питань наукового дискурсу в синергетиці не часто привертає увагу рівень наукової репрезентації реальності, і, як наслідок – можливостей наукового виконання відповідних завдань. Однак синергетика є однією з наукових дисциплін, що вивчає умови самоорганізації відкритих систем, проте в цьому разі немає чіткого розуміння, за яких умов система набуває нових властивостей, а за яких не з'являються якісно нові елементи й увесь процес зводиться лише до їхнього перерозподілу елементів чи кількісної їхньої зміни. Ученим щораз частіше доводиться стикатися з явищами, де інтенсивніші впливи приводять до якісно нової поведінки системи. Тут потрібні нелінійні математичні моделі (Горбань О. М., 2004).

Системна екологія вивчає процеси, де ціле має властивості, яких немає в жодній з частин, а тому ціле в таких системах створює властивості частин, проте і частини відображають властивості цілого. Тут не можна стверджувати, що ціле випливає від частини, це зовсім інше. Крім того, в такій системі маємо складні об'єкти (наприклад, екологічні системи), де доводиться діяти досить обережно, впливаючи на них. Тільки тут можливий тільки в тому випадку, коли ми маємо внутрішні властивості системи, їхні відрегульовані внутрішньо-зовні зв'язки. Тому стратегія ходу дії сумісна з принципом обережності, розумна розмірність – з природним ритмом, з постійно змінними властивостями, вмінням розуміти властивості поріг стійкості, залишаючи незмінним інваріант системи.

Системна екологія стверджує, що мертвої природи не існує. Це одна з постулатів нових наук: термодинаміки, синергетики, нестійкої динаміки, теорії складних систем. Метою системної екології є спроба знайти закономірності розвитку на основі найкращого прогнозу (а не методом проб і помилок). Самодинаміка – одна з ідей цього напрямку. Є багато варіантів розвитку майбутнього, багато форм пристосування до постійно змінного середовища.

Системна екологія закономірностей розвитку складних систем є неможливість екстраполяції в часі; для складних нелінійних систем прогнозування неможливе, а якщо й можливе, то на короткий проміжок біфуркації (необхідний вибір на шляху розвитку системи).

Дослідження складних саморегульованих систем пов'язані з виникненням кібернетики, теорії інформації і теорії систем. Формувалось уявлення про динаміку причинність як доповнення до жорсткої детермінованості. Складні самоорганізовані системи можна розглядати як стійкі стани ще більш складних систем (перехід відбувається через розвиток самоорганізації, ієрархію рівнів організації елементів і здатність породжувати в процесі розвитку нові системи).

Складним самоорганізувальним системам властива відкритість обміном речовини, енергією, інформацією з зовнішнім середовищем, які фокусують важливі для цілісності системи особливості й взаємодії з середовищем. Синергетика акцентує увагу на процесах нестійкості, стану динамічного хаосу, що породжують ту чи іншу організацію, порядок; теоретичний опис цих процесів ґрунтується на введенні особливої ідеалізації. Складну взаємодію систем можна представити інтегрально як нелінійне середовище (або набір нелінійних середовищ). Ідеалізація нелінійних середовищ – ключовий теоретичний конструктив синергетики, конкретних теоретичних моделей самоорганізації.

Для означення специфіки синергетики використовують термін міждисциплінарність (на протипагу дисциплінарному підходові). Дисциплінарний підхід орієнтований на предмет, а міждисциплінарний – на метод, відповідно до якого відшукують певні предметні області прикладання (Г. Хакен, 1991). Дисциплінарні дослідження конкретизують як розв'язування задач, детермінованих уявленням про предмет з панівними вертикальними зв'язками від теорії до практики і навпаки. В міждисциплінарних зв'язках домінують зв'язки горизонтальні, знання методу і його перенесення з науки в науку. В кожній з цих ситуацій перенесення методів зумовлене виявленням подібностей досліджуваних предметних областей (картина дослідницької реальності, дисциплінарна онтологія, а для міждисциплінарних – загальна наукова картина світу). Нові підходи і нове бачення відкриває нові можливості міждисциплінарного синтезу – “науки про природу” і “науки про дух”, які за нових підходів стають відносними і є різними варіантами процесів самоорганізації, становлення і функціонування систем, які історично розвиваються. З огляду на такий ракурс можлива взаємна трансляція синергетичних описів і методів з природознавчих наук до спеціальних і навпаки.

З погляду синергетики у саморозвивальних системах, які з'являються без втручання людини, і штучних, які є результатом її діяльності, зменшуються розходження, тобто штучні можна прирівняти до різновиду ймовірних сценаріїв розви-

тих систем. У стані нестійкості суттєвою характеристикою системи є актуалізація певних сценаріїв розвитку залежно від зовнішніх впливів. Будь-яка діяльність, як відомо, ви-  
значає існування суб'єкта і об'єкта. В освоєнні складних са-  
морегулювальних систем важливо виділити ті ситуації, в яких  
людина залучена як компонент системи. За таких ситуацій  
людина є і об'єктом, і суб'єктом діяльності. Пізнавальну ді-  
яльність завдяки досвіду, явним і неявним знанням здійснює  
людина. Теорія пізнавальної діяльності (гносеологія) вико-  
ристує ієрархію, теоретичні конструкти, які спрощують  
дійсність. У гносеології “суб'єкт пізнання” – свого роду кон-  
структ, який є засобом теоретичного опису різних способів і  
форм пізнавальної діяльності. В різних видах пізнання мо-  
жуть бути введені різні абстрактні суб'єкти, які пізнаємо.  
Об'єкт пізнання буває індивідуальним і колективним. До-  
слідницькі програми, зазвичай, потребують спеціальних ек-  
спериментальних засобів. Саме в такій площині найближче підходимо  
до розуміння єдності світу, яка дає змогу побачити єдине в  
багатоманітності і багатоманітність у єдиному. Наприклад,  
спроба математичного опису є в основі теорії самоорганіза-  
ції (синергетики) – науки про нові якості. Дослідник здобу-  
є нові знання, здебільшого, “знизу вверх”, орієнтуючись  
на самоорганізацію і самоформування, появу в цілому нових  
якостей. Синергетика “узгоджує” природничо-наукову  
культуру культури, слугує зв'язувальною ланкою між  
науками.

Творча синергетична мова покликана виразити  
ідею самоорганізації в галузях, цілком далеких одна від  
одної. Ідеї синергетики зародились у природознавстві.  
Попри використання синергетичної моделі в соціогума-  
нітарних галузях заперечують існування міждисциплінарної  
культури.

Синергетика є наукою про процеси розвитку і самооргані-  
зації складних систем довільної природи, яка розвиває уні-  
фіковані міждисциплінарні підходи, функціонування синер-  
гетики в сучасній науковій культурі розглядають як картину  
світу, як гносеологію і як науку. Актуальність цієї наукової

дисципліни пов'язана з необхідністю знаходження адекватних відповідей на глобальні цивілізаційні виклики кризового світу. Синергетика методологічно відкрита для нових концепцій, наділена властивостями спадкоємності (вдало співвідноситься з теорією систем і кібернетикою, згідно з принципом відповідності). Її міждисциплінарна природа є прийнятною до нових методів і гіпотез. Вона формує особливий метарівень культури, синергетичну методологію, методологію міждисциплінарної комунікації і моделювання реальності. Ця особлива методологія синергетики має бути гарантом спадкоємності наукових цінностей і одночасно відкритою до інновацій. Тобто відкрита адаптивна методологія становлення є методологією синергетики. Вона покликана запровадити принципи синергетики в суспільну свідомість, створити метамову діалогу синергетики для фахівців у різних ділянках знань, у тім числі гуманітарних. Основою діалогу природознавця і гуманітарія є модельне мислення, системно-синергетичний підхід (Аршинов В. І., 2006).

Міждисциплінарні стратегії комунікації охоплюють таке: міждисциплінарність як узгодження мов суміжних дисциплін (наприклад, між фізиками і математиками, геологами і географами та ін.); міждисциплінарність або трансдисциплінарність як трансузгодження мов дисциплін іноді далеких, але які об'єднані спільним пошуком (або вирішенням) проблем, єдністю методів, загальнонауковими інваріантами – це методи математики, системного аналізу і синергетики; міждисциплінарність як евристична гіпотеза – аналогія, що переносить конструкції однієї дисципліни на іншу; міждисциплінарність як конструктивний міждисциплінарний проект з використанням низки гіпотез узгодження на межі взаємодії дисциплін (зростання відповідальності за допущені помилки евристичної гіпотези, помилки на зіткненні дисциплін, помилковості гіпотези в міждисциплінарному проекті тощо); міждисциплінарність як мережева комунікація (самоорганізувальна комунікація). Синергетичний синтез охоплює взаємодію математичних, предметних і філософських знань, а його предметом є саморозвивальні системи. Вони зароджу-

створення і розвиваються на перехресті нелінійного моделювання ідеалістичної філософії і предметного знання.

Ключові принципи синергетики – це гомеостатичність (як певні підтримки програми функціонування системи в певних межах, що дають їй змогу прямувати до своєї цілі); ієрархічність (параметри порядку за Г. Хакеном); нелінійність (результати суми впливів на систему не дорівнюють сумі результатів цих впливів, а результати причин неможливо додати); відкритість (відкритість), динамічна ієрархічність, самоорганізованість (відкритий комплексний епістемологічний принцип). Епістемологічний принцип спостережуваності (зв'язаний з іншими шістьма принципами синергетики дає змогу замкнути герменевтичне коло постнекласичного пізнання складної реальності.

Однією з сучасних наукових досліджень мають міждисциплінарний і навіть трансдисциплінарний характер, що формує інтегративний погляд на проблеми. Синергетика як науковий напрям посідає особливе місце у міждисциплінарних дослідженнях: їхнє основне завдання – пізнання закономірностей, що лежать в основі процесів самоорганізації систем різної складності.

У контексті взаємодії і взаємовпливу синергетики та інших наук формується основа сучасної наукової картини світу (наприклад, наукова дослідницька програма). Синергетика поглиблює наше знання про світ, порушує нові питання до природи, на які досі не було підстав. Спільність процесів самоорганізації дає змогу результати, отримані під час дослідження певних явищ, застосовувати й прикладати до подібних явищ, які мають відмінної природи. Отже, синергетика може розкрити в певних термінах непередбачуваність і багатоманітність. Дослідженнями в галузі синергетики долають традиційний редукціонізм, що не визнає багатоваріантності природи. Наприклад, дослідження систем спонукають до розширення спектра системних досліджень, зокрема методологію і спеціальну теорію систем, системного аналізу (зокрема системної методології – філософський, загальнонауковий, інтегративнонауковий).

У сучасних наукових теоріях складні системи досліджують як нелінійні, що впливають самі на себе. Однією з втілень нелінійності є біфуркація, у точці якої відбувається розрив поступовості, пошук нового і реалізація одного з багатьох варіантів. Система немов розпадається, входить у стан хаосу і знову збирається в інше узгодження елементів. Нелінійність з практичного погляду аналогічна необоротності і флуктуаційності; відбувається процес переходу від системи (порядку) до хаосу і навпаки.

У нелінійних системах, на відміну від лінійних, відбувається вплив системи самої на себе. З одного боку, параметри таких систем суттєво залежать від процесів, які в них відбуваються; а з іншого, – процеси, які відбуваються в системі, впливають на параметри системи. Перше і друге є в основі багатоваріантності напрямів розвитку, наявності вибору і незворотності. У процесі пізнання об'єкт невіддільний від суб'єкта, формуючи творчий коеволюційний синергетичний процес. Нелінійність як інтерпретоване поняття дає змогу пояснити такі явища, як зворотний зв'язок у складних системах різної природи, людську рефлексивність тощо. Три концепти нелінійних систем – складність, нелінійність, варіант вибору – є взаємопов'язаними, багатограними і неоднозначними. Нелінійність – характеристика мислення і дії, адекватна складному нелінійному світу, у якому ми живемо. Синергетичний підхід використовують з відкритими системами, складними системами, здатними до самоорганізації з середовищем. Станами складних систем є стабільність, нестабільність, рівновага, нерівноважність – різні стани систем процесів. Складність є властивістю об'єктів, характеристикою науки і якістю мислення. Пізнання складного відбувається не лінійно, а радше в кількох напрямках.

У всіх сферах людського життя відбуваються глобальні зміни, які потребують спеціально підготовлених людей, що здатні сприймати ці зміни, впливати на них і самі змінюватись. З огляду на такі умови необхідний перегляд способів трансляції досвіду і знань, які надто повільно трансформуються. Одним з вирішальних моментів формування націо-

... ідентичності може стати система освіти, націлена на  
... якості людини, її здатності до створення і сприй-  
... нового, у цьому контексті синергетика утверджується  
... багатовимірний міждисциплінарний науковий напрям,  
... синтез цих напрямів.

Сьогодні необхідно перейти від навчання до освіти, тобто  
... засвоєння певної суми знань на цілеспрямова-  
... формування особистості, її способу мислення і моральних  
... зв'язків, що відповідають розвитку  
... .

### Питання для контролю і самоконтролю

1. Що таке флуктуації? Як флуктуації і хаос розцінюють у концепціях синергетики і самоорганізації?
2. На чому ґрунтується синергетика і яку сукупність ідей вона охоплює?
3. Які функції виконують загальні положення синергетики?
4. Що включають міждисциплінарні стратегії комунікацій?

### Список літератури

#### Основна

1. Берко П. Синергетика : її сутність, методологія та сфери застосування : матеріали лекцій / П. Берко, В. Гуцуляк. – Львів : Львівський нац. мед. ун-т ім. Д. Галицького, 2008.
2. Горбань О. М. Основи теорії систем і системного аналізу : навч. посібник / О. М. Горбань. – Запоріжжя : ГУ "ЗДМУ", 2004.
3. Петлін В. М. Синергетика ландшафту : монографія / В. М. Петлін. – Львів : Львівський нац. ун-т ім. І. Франка, 2005.
4. Сугаков В. Й. Основи синергетики / В. Й. Сугаков. – Б. : Обереги, 2001.
5. Хакен Г. Синергетика / Г. Хакен. – М. : Мир, 1980.



## Додаткова

1. Бацевич Ф. С. Духовна синергетика рідної мови : лінгво-філософські нариси : монографія / Ф. С. Бацевич. – К. : Академія, 2009.
2. Синергетика як нова парадигма : каталог виставки / укладачі : Е. І. Романова, В. А. Моркова. – Харків : Харк. держ. наук. б-ка ім. В. Г. Короленка, 1998.
3. Ходаківський Є. І. Методологія наукових досліджень в парадигмі синергетики / Є. І. Ходаківський, В. К. Данилко, Ю. С. Цалко. – Житомир : ЖДТУ, 2009.
4. Аршинов В. И. Синергетическая парадигма : синергетика образования. Коллективная монография / В. И. Аршинов и др. – М. : Прогресс-традиция, 2006.
5. Вагурин В. А. Синергетика эволюции современного общества / В. А. Вагурин. – Луганск : Копицентр, 2005.
6. Князева Е. Н. Синергетика как новое мировоззрение : диалог с И. Пригожиным / Е. Н. Князева, С. П. Курдюмов // Вопр. философии. – 1992. – № 12.
7. Курдюмов С. П. Синергетика – теория самоорганизации. Идеи, методы, перспективы / С. П. Курдюмов, Г. Г. Малинецкий. – М. : Знание, 1983.
8. Малинецкий Г. Г. Новое в синергетике: взгляд в третье тысячелетие. Синергетика и системный анализ / Г. Г. Малинецкий, С. П. Курдюмов. – М. : Наука, 2002.
9. Хакен Г. Информация и самоорганизация : Макроскопич. подход к слож. системам / Г. Хакен ; пер. с англ. Ю. А. Данилова. – М. : Мир, 1991.
10. Чернавский Д. С. Синергетика и информация / Д. С. Чернавский. – М. : Знание, 2001.

## ПРИКІНЦЕВЕ СЛОВО

Навчальна дисципліна “Концепції природознавства” впроваджена порівняно недавно в навчальні плани вищих закладів освіти, у тім числі географічного профілю. Необхідність уведення її протягом останніх років обґрунтована посиленням інтегративних процесів найбільш фундаментальних галузей науки – природничих і гуманітарних, що, перш за все, формує світоглядну основу будь-якої людини, її уявлення про наукову картину світу. Відповідно до неї людина вибудовує свою поведінку і ставлення до світу.

Сучасне природознавство, де природничі науки є профільними, розглядає теорії минулого і сучасного – квантової механіки, теорії відносності, системної динаміки чи, скажімо, питань теорії самоорганізації. Нагадаємо, що курс “Концепції природознавства” покликаний сформулювати цілісне уявлення про світ, що потребує сумірного добору матеріалу різних галузей наук не лише для знань загалом. Природничі науки насамперед навчають думати і міркувати, розвивати допитливість студентів, поглиблювати їхні навички до критичного осмислення інформації, врешті формувати критерії пізнання істини. А це спонукає до введення в посібник не лише широкого кола концептуальних проблем природничих наук, а й розуміння ходу думки людини, яка по праву є складовою гуманітарного циклу знань.

Висловлюю вдячність людям, підтримка і допомога яких дала змогу довести роботу над посібником до завершення. Зокрема, колегам з кафедри раціонального використання природних ресурсів і охорони природи Львівського національного університету імені Івана Франка доцентам М. М. Назаруку, Ф. Я. Кіпчачу та проф. С. І. Кукурудзі, за поради і зауваження; рецензентам професорам д-ру фіз.-мат. наук О. Т. Богорошу, д-ру біол. наук О. Я. Пилипчуку та д-ру геогр. наук І. П. Ковальчуку; а також відповідальному редактору д-ру філос. наук, проф. В. І. Онопрієнку за доброзичливе ставлення і висловлене бачення проблемних питань викладу змісту. За це я особливо вдячний А. М. Українцю – доценту кафедри фізичної та колоїдної хімії Львівського національного університету імені Івана Франка, що погодився прочитати окремі розділи і виявив деякі неточності, та доценту кафедри фізичної географії О. М. Федірку, а також професорам кафедри історичної геології та палеонтології д-ру геол.-мін. наук В. І. Узіюку, декану геологічного факультету, д-ру геол. наук М. М. Павлуню та доцентів кафедри загальної та регіональної геології В. Г. Пашенку.

На окрему подяку заслуговують: співробітник Інституту прикладних проблем механіки і математики ім. Я. С. Підстригача НАН України д-р фіз.-мат. наук Р. М. Пляцко, завідувач кафедри ландшафтної архітектури, садово-паркового господарства та урбоекології Національного лісотехнічного університету України д-р с.-г. наук В. П. Кучерявий, проктор Львівського національного університету імені Івана Франка З. І. Мамчур за ініціативу щодо початку роботи над посібником та завідувач відділу регіонального біоценотичного моніторингу Державного природознавчого музею НАН України д-р біол. наук П. Р. Третяк за висловлені припозиції і критичні зауваження.

Значну технічну допомогу у завершенні кінцевого варіанта книжки і підготовки її до друку надав студент географічного факультету М. В. Головатий.

## ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ

- Абіогенез** – самовільне зародження життя, виникнення його з неживої матерії.
- Автотрофи** – організми, що живляться неорганічними речовинами завдяки фотосинтезу або хемосинтезу (зелені рослини і деякі мікроорганізми).
- Адаптація** – сукупність морфологічних, фізіологічних, генетичних, поведінкових пристосувань організмів до певних умов середовища.
- Алелі** – спадкові одиниці, які містяться в однакових ділянках гомологічних (парних) хромосом і визначають напрям розвитку однієї й тієї самої ознаки. Один з можливих структурних станів гена. Кількість алелей кожного гена практично незліченна.
- Антициклон** – область підвищеного атмосферного тиску з максимальним тиском у центрі і баричними градієнтами, спрямованими від центра до периферії, що сягають тисячі кілометрів. Вітри в антициклонах у Північній півкулі огинають центр за годинниковою стрілкою, а в Південній – проти годинникової стрілки. В антициклонах переважають низхідні рухи повітря, з чим пов'язана малохмарна і суха погода.
- Античастинка** – елементарна частинка з тією масою, що у цій частинці, але з протилежним зарядом (протон – антипротон, електрон – позитрон).
- Антропогенез** – вчення про походження людини.
- Антропогенний ландшафт** – ландшафт, значно змінений діяльністю людини. Відмінності між антропогенним і природним ландшафтом незначні, оскільки в будь-якому з них зберігаються геологічний фундамент, основні риси клімату і діють зонально-аональні закономірності. Ступінь і характер впливу людини зумовлює наявність відмін – змінений ландшафт, порушений ландшафт, перетворений ландшафт. Сьогодні, здебільшого, найпоширеніша відміна градацій ландшафтів – природний, антропогенний, культурний.
- Астеносфера (слабка сфера)** – “рідкий підкоровий шар”, передбачуваний верхній шар мантії, що підстилає літосферу, статний до в'язкої і пластичної течії під впливом порівняно малих напружень, що дає змогу шляхом повільних рухів поступово створювати умови гідростатичної рівноваги. Астеносфера – основне джерело магми. Розміщена під континентами на глибині близько 100 км, під дном океану – 50 км, нижня межа – на глибині 250–300 км.

- Астрономічна одиниця** (а. о.) – одиниця вимірювання відстаней в астрономії (між небесними тілами); дорівнює 149 597 870 км, тобто середній відстані від Землі до Сонця.
- Бактерії** – мікроскопічні організми, головно одноклітинні з прокаріотним типом будови клітини.
- Біла діра** – результат антиколапсійного вибуху “чорної діри”, коли внаслідок надмірного стискання починаються ядерні реакції в її надрах.
- Білки** – полімери, що складаються з декількох сотень амінокислот. Основний будівельний матеріал живого.
- Біогеоценоз** – взаємозумовлений комплекс живих і неживих компонентів, пов’язаних між собою обміном речовин і енергією; одна з найскладніших природних систем.
- Біоетика** – науковий напрям, що розглядає ставлення до живої природи в світлі моральних цінностей, а також сучасні етичні проблеми.
- Біота** – сукупність рослин і тварин, що склалась історично на певній території.
- Біоценоз** – сукупність рослин, тварин, грибів і мікроорганізмів, що населяють ділянку суходолу чи акваторій і мають між собою певні зв’язки.
- Біфуркація** – ситуація ймовірного роздвоєння.
- Буття** – філософська категорія, що означає незалежне від свідомості існування об’єктивного світу, матерії, природи, а в суспільстві – процесу матеріального життя людей.
- Вакуум** – низький енергетичний стан поля, за якого кількість квантів дорівнює нулю.
- Валентність** – здатність атома приєднати або замінити певну кількість інших атомів або атомних груп з утворенням хімічного зв’язку.
- Вид** – сукупність особин, що наділені загальними морфологічними ознаками, об’єднаними можливістю схрещення одні з іншими, і формують систему популяцій, які утворюють загальний (суцільний або частково розірваний) ареал.
- Віталізм** – пояснення специфіки живих організмів наявністю особливої “життєвої сили”.
- Всесвіт** – усе те, що існує, або увесь світ, що об’єктивно існує.
- Галактика** – зоряна система, у якій перебуває і Сонце, містить порядку 100 мільярдів зірок; галактики – величезні зоряні системи, що містять сотні мільярдів зірок з діаметром у десятки і сотні тисяч світлових років.
- Галактичний рік** – проміжок часу, за який зірка і зв’язана з нею планетарна система звершує один оберт навколо центра

Галактики. Сонце разом з планетами рухається зі швидкістю близько 250 км/с, робить один такий оберт приблизно за 200 млн років.

**Геліоцентризм** – концепція, згідно з якою Сонце розташоване в центрі Сонячної системи, а планети обертаються навколо нього.

**Ген** – відрізок молекули ДНК, що містить інформацію про структуру одного білка і відповідальний за його синтез. Одна молекула ДНК містить декілька сотень генів.

**Генезис** – процес утворення і становлення якого-небудь природного (або соціального) явища.

**Геном** – сукупність усіх генів, що містяться в хромосомному наборі організму. У хромосомах людини локалізовано близько 100 000 генів. Ці активні гени становлять лише 2 % від усіх.

**Генотип** – генетичний код організму, його спадкова конституція, сукупність усіх його генів у єдиній складеній системі взаємодій.

**Географічна зональність** – одна з найважливіших закономірностей структури географічної (ландшафтної) оболонки Землі, що виражається у зміні різних типів ландшафтів від екватора до полюсів і утворенні різних географічних поясів, географічних зон і підзон. Географічній зональності підпорядковані усі фізико-географічні процеси.

**Географічна оболонка** – оболонка Землі, у межах якої взаємозв'язані, взаємодіють і взаємопроникають літосфера, атмосфера, гідросфера і біосфера. Вона охоплює усю товщу гідросфери, біосфери, атмосфери (до озонового шару) і в літосфері – область гіпергенезу. Орієнтовна товщина географічної оболонки – близько 40 км.

**Географічне середовище** – природа Землі, що включена в сферу людської діяльності.

**Географічний детермінізм** – учення, згідно з яким географічне середовище має вирішальний вплив на розвиток суспільства.

**Географічний ландшафт** – конкретна територія, однорідна за походженням та історією розвитку, неподільна за зонально-зональними ознаками, має однорідний геологічний фундамент, однотипний рельєф, загальний клімат, одноманітне складання гідрометеорологічних умов, ґрунтів, біоценозів, а отже, однохарактерний набір фацій та урочищ.

**Географічний цикл** – послідовна зміна стадій юності, зрілості й старості рельєфу, що завершується утворенням “майже рівнини”, або пенеплену (У. М. Девіс). Підняття земної поверх-

ні можуть спричинити ерозійне розчленування пенеплену (омолодження рельєфу) і дати початок новому географічному циклу. В теоретичних працях У. Девіса концепція географічного циклу не містила положення про напрямлений розвиток рельєфу і була мало пов'язана з історико-геологічними особливостями території.

*Геоцентризм* – концепція, згідно з якою в центрі нашої планетарної системи є Земля, а Сонце обертається навколо неї разом з іншими планетами.

*Гетеротрофи* – організми, що живляться органічними речовинами. До них належать багато мікроорганізмів, грибів, усі тварини і людина.

*Гірські породи* – мінеральні агрегати, з яких формуються самостійні геологічні тіла, що утворюють земну кору.

*Глобальний еволюціонізм* – уявлення про загальний характер еволюції у Всесвіті, підтверджений теорією Великого вибуху і нерівноваговою термодинамікою в фізиці, концепціями передбіологічних еволюцій у хімії, ученням про дрейф континентів у геології та іншими теоретичними побудовами.

*Гомеостаз* – здатність біологічних систем протистояти змінам і зберігати порівняно рівноважний стан їхнього внутрішнього середовища.

*Гомініди* – родина, що охоплює викопні й сучасні види людини.

*Гомологія* – відповідність органів в організмі, зумовлена їхньою філогенетичною спорідненістю.

*Гормони* – речовини, що їх виробляють залози внутрішньої секреції; стимулюють певні процеси в організмі.

*Гравітаційний колапс* – катастрофічне стиснення велетенської зорі під впливом сил тяжіння після вичерпання в її надрах джерел ядерної реакції (веде до утворення чорної діри).

*Ґрунт* – верхній тонкий шар земної кори (від десятків сантиметрів до 2–3 м), покритий рослинністю, утворений з твердої, рідкої та газоподібної частин. У складі ґрунту також є живі організми.

*Денудація* – сукупність процесів руйнування гірських порід і перенесення продуктів руйнування в знижені ділянки (водою, вітром, льодом). Призводить до згладження рельєфу земної поверхні. У вузькому значенні денудація – процеси знесення продуктів звітрювання шляхом площинного змиву до нижчих ділянок земної поверхні, де вони нагромаджуються.

*Дисипативні системи* – системи, у яких енергія впорядкованого процесу переходить в енергію неупорядкованого (у кінцевому підсумку в теплову).

*Дисипативні структури* – нові структури, які потребують для становлення великої кількості енергії.

*Дискретність* – аналог перервності.

*Еволюція* – одна з форм руху в періоді і суспільстві; неперервна, поступова зміна в розвитку. Виражається в понятті “універсальний (глобальний) еволюціонізм”.

*Екологічна експертиза* – система комплексної оцінки всіх можливих екологічних (і соціально-екологічних) наслідків здійснення проєктів, ухвалення рішень, напрямів на відведення їхнього негативного впливу на довкілля і на вирішення намічених завдань з найменшою затратою ресурсів і мінеральними затратами.

*Екологічна рівновага* – стан екосистеми, за якого її видовий склад, чисельність, розподіл і продуктивність у просторі, сезонні зміни тощо впродовж тривалого часу коливаються близько деякого постійного середнього значення.

*Екологічна сертифікація* – підтвердження відповідності продукції визначеним екологічним вимогам.

*Екологічна ситуація* – локальні або регіональні погіршення навколишнього середовища.

*Екосистема* – стійка природна система, утворена живими організмами і середовищем її спілкування. Близьке до поняття природно-територіального комплексу (ПТК) у географії.

*Екстремум* – найбільше і найменше значення функцій; уживають для об'єднання понять максимуму і мінімуму.

*Електрон* – негативно заряджена частина.

*Ентропія* – термодинамічна функція, яка характеризує частину внутрішньої енергії замкнутої системи, що не може бути перетворена в механічну роботу (уведено німецьким фізиком Р. Клаузіусом). Ентропія – міра безпорядку системи.

*Епігенез* – концепція, згідно з якою розвиток організму перебуває в процесі повного новоутворення й залежить лише від зовнішніх і нематеріальних чинників.

*Ерозія* – руйнування ґрунтів і гірських порід. Розрізняють поверхневу ерозію, що сприяє згладженню нерівностей рельєфу; та лінійну, що призводить до розчленування земної поверхні. Розвиток форм ерозійного рельєфу відбувається внаслідок бокової та глибинної ерозії.

*Ефект Доплера* – зміна частоти хвилі внаслідок руху спостерігача і джерела відносно одне одного.

*Евгеніка* – вчення про спадкове здоров'я людини і шляхи його поліпшення, можливі методи впливу на еволюцію людини для вдосконалення її біологічної природи.



- Життєвий цикл* – сукупність фаз розвитку організму, здатного дати початок наступному поколінню.
- Зорі* – самосвітні небесні тіла, складені з розжарених газів. Найближча до Землі зоря – Сонце. Неозброєним оком на одній півкулі видно близько 2 500 зір.
- Ізомери* – хімічні сполуки, що мають однакову молекулярну масу і склад, але відмінні за будовою.
- Ізоморфізм* – здатність хімічних елементів заміщувати один одного в кристалічних сполуках, унаслідок чого утворюються кристали змінного складу, аналогічні за структурою.
- Ізотропність* – незалежність властивостей фізичних об'єктів від напрямку, наприклад, ізотропність простору.
- Інваріант* – властивість системи, що є незмінною в процесі її розвитку.
- Інерційна система* – система, що рухається прямолінійно і рівномірно.
- Інформація* (кібернетичне трактування) – міра різноманітності об'єктів дійсності.
- Іон* – електрично-заряджені атоми (атом), що утворюються внаслідок набуття або втрати надлишкових електронів.
- Іонізація* – перетворення в іони молекул і атомів.
- Каталіз* – зміна швидкості хімічної реакції за участі каталізатора (речовини, яка прискорює або сповільняє її).
- Каталізатор* – речовина, яка впливає на хімічну реакцію, залишаючись у підсумку незмінною.
- Катастрофи* – стрибкоподібні зміни, які раптово виникають; вони зумовлені втратою стійкості систем. Дослідженням усіх стрибків, розломів, розривів тощо займається теорія катастроф.
- Квасари* – космічні об'єкти, ймовірно, ядра галактик, з надмірно щільною речовиною і потужним випромінюванням.
- Квант* – неподільна дискретна порція будь-якого розміру (енергії тощо).
- Кварк* – “частинки”, з яких, за сучасними фізичними уявленнями, складений світ (теоретично обчислена елементарна частина з дробовим електричним зарядом).
- Клітина* – елементарна жива система, основа будови і життєдіяльності всіх живих організмів.
- Коадаптивна концепція природокористування* – полягає в такій організації території, за якої регіон функціонував би як цілісна стійка система, де господарська підсистема узгоджена з природою за принципом сумісності компонентів природного ландшафту.

**Колапс** – стан, що раптово з'являється внаслідок різкого зниження тиску ззовні або його підвищення зсередини.

**Континуальність** – неперервність.

**Континуум** – неперервна, зв'язана, цілісна єдність точок, чисел або фізичних величин.

**Концепція** – система поглядів на певне явище; спосіб розуміння, тлумачення якихось явищ, основна ідея будь-якої теорії.

**Концепція коеволюції** – концепція спільної узгодженої еволюції природи і людини.

**Корпускула** – частинка в класичній (неквантовій) фізиці.

**Космізм** – світогляд, згідно з яким Космос взаємопов'язаний з природою, людиною і суспільством.

**Космогонія** – вчення про походження й еволюцію космічних тіл та їхніх систем.

**Космологія** – учення про Всесвіт загалом, що ґрунтується на доступній для астрономічних спостережень його частин та інших способів дослідження.

**Космос** – синонім астрономічного визначення Всесвіт. (Близький Космос досліджують за допомогою космічних апаратів і міжпланетних станцій, дальший – світ зірок і галактик).

**Критерій** – ознака, мірило, які використовують для оцінки, визначення або класифікації будь-чого.

**Лабільність** – нестійкість, змінність.

**Магма** – розплавлена в'язкорідка силікатна маса, багата на гази, які прориваються на поверхню під час виверження вулканів у вигляді лави. Магма містить кисень, кремній, алюміній, залізо, магній, кальцій, натрій, калій, а також воду, водень, оксиди вуглецю, фтор, хлор та ін.

**Метаболізм** – сукупність усіх процесів обміну речовин у рослинах, тваринах, мікроорганізмах. Охоплює всю сукупність реакцій, що відбуваються у клітинах і забезпечують як розщеплення складних сполук, так і їхній синтез.

**Метаморфізм** – зміна магматичних і осадових порід у твердому стані під дією ендегенних чинників.

**Мінерали** – фізичний або хімічний індивідуалізований продукт земних хімічних реакцій, складений з хімічних молекул (В. Вернадський). Тверді однорідні (у фізико-хімічному розумінні) складові частини земної кори, що утворилися внаслідок геохімічних процесів.

**Мітоз** – складний поділ ядра, основний спосіб поділу еукаріотичних клітин. Біологічне значення мітозу полягає в строго однаковому розподілі редуплікованих хромосом між дочірніми клітинами, що забезпечує утворення генетично рівно-

цінних клітин та зберігає спадковість у ряді клітинних поколінь.

*Молекула* – найменша частинка речовини, наділена хімічними властивостями цієї речовини.

*Мутації* – природно або штучно спричинені зміни спадкових ознак організму внаслідок передумови або порушень в хромосомах і генах.

*Навколишнє середовище* – явище, ширше від географічного середовища; включає, крім поверхні Землі та її надр, частину Сонячної системи, що потрапляє в сферу діяльності людини, а також матеріальний світ, створений людиною.

*Наукова картина світу* – цілісна система про найбільш загальні властивості й закономірності природи і суспільства.

*Наукова революція* – епізоди розвитку науки, під час яких стару парадигму цілком або частково замінюють новою парадигмою, незіставною зі старою (Т. Кун).

*Нейтрон* – електрично нейтральна частинка, що входить до складу ядра атома.

*Нейтронні зорі* – небесні тіла, складені з нейтронів, у які перетворюються також протони внаслідок поглинання їх ядрами.

*Номогенез* – розвиток живої природи під дією заздалегідь визначених причин.

*Ноосфера* – сфера розуму й активного прояву людської думки як головного чинника впливу людини на навколишній світ.

*Нуклеїнові кислоти* – кислоти, наявні в клітинах усіх живих організмів. Носії генетичної інформації в живих тілах.

*Об'єкт* – те, що протиставлене суб'єкту, на що спрямована його предметно-практична і пізнавальна діяльність.

*Онтогенез* – індивідуальний розвиток рослини і тварини, що охоплює всі зміни протягом життя. Його треба розглядати в єдності з історичним розвитком роду або виду (філогенезом).

*Пам'ять* – здатність зберігати результати попередніх дій для використання їх у майбутньому.

*Пенеплен* – майже рівнина, вирівняна ділянка суходолу, яка утворилася внаслідок тривалого звітрювання та денудації гірської країни в умовах гумідного клімату і відносного тектонічного спокою (уведений У. М. Девісом, який трактував пенеплен як завершальну стадію географічного циклу).

*Полімери* – молекули, складені з довгих ланцюгів атомів, згорнутих у клубки.

*Популяція* – група організмів, що належать до одного й того ж виду; сукупність особин одного виду впродовж багатьох по-

- колінь, що населяють певну територію, серед якого відбувається постійне схрещування.
- Постулат* – положення, не наділене самоочевидністю, але прийняте в окремій спеціальній науці за вихідне без доказу.
- Принцип* – вихідне положення, пункт; те, що є в основі певної теорії науки (внутрішнє переконання людини).
- Принцип фальсифікації* – передбачає заперечення (фальсифікацію) інтерпретацій будь-яких фактів на свою користь у науковій теорії (К. Поппер).
- Природне середовище* – жива і нежива природа, що оточує людину і людство; середовище існування людини.
- Прокаріоти* – організми, що не наділені оформленим клітинним ядром і типовим хромосомним апаратом (наприклад, віруси, синьозелені водорості, бактерії, мікоплазми).
- Просторово-часовий континуум* – цілісна, неперервна єдність просторових і часових координат.
- Протон* – позитивно заряджена частинка, яка входить до складу ядра атома.
- Процес* – послідовна зміна станів, взаємопов'язаних станів розвитку в неперервному єдиному розвитку.
- Пульсар* – космічний об'єкт, що за частки секунди змінює своє випромінювання.
- Радіоактивність* – перетворення нестійких ізотопів одного хімічного елемента в ізотопи іншого елемента, що супроводжується випромінюванням деяких частинок.
- Редуплікація хромосом* – подвоєння хромосоми під час клітинного поділу.
- Релятивізм* – методологічний принципи, що виділяє відносність, неповноту будь-якого знання; в теорії відносності виділяється і той аспект, що результати будь-яких досліджень (змін) залежать від системи відліку.
- Реплікація* – самовідтворення ДНК.
- Рефлекс* – реакція організму на зміни зовнішнього або внутрішнього середовища; відбувається через центральну нервову систему у відповідь на подразнення рецепторів (нервових закінчень).
- Рибосоми* – частинки, які у великій кількості наявні у клітині і в яких відбувається синтез білка; побудовані з білка і рибосомної РНК.
- Рудименти* – структури, спрощені порівняно з гомологічними структурами предків. У процесі еволюції вони втратили своє основне функціональне призначення, однак, на відміну від атавізмів, трапляються у всіх особин конкретного виду.

*Самоорганізація* – здатність системи до стабілізації деяких своїх параметрів через напрямлене впорядкування його структурних і функціональних відношень, щоб протистояти чинникам середовища, спрямованим на “хаотизацію” системи; процес взаємодії елементів, унаслідок якого виникає новий рівень порядку або структури в системі.

*Симетрія* – правильність, сумірність форми (об’єкта, моделі, теорії).

*Сингулярність* – у космології особливий стан в “околицях” Великого вибуху.

*Синергетика* – вчення про самоорганізувальні системи.

*Синхронний* – одночасний.

*Система* – сукупність структуризованих елементів, що перебувають між собою у тісних зв’язках і утворюють певну єдність.

*Системність* (цілісність) – внутрішня організація, наділена саморозвитком і емерджентними властивостями, що функціонує за принципом зворотних зв’язків

*Сонячна стала* – повна кількість енергії радіації Сонця, що надходить за 1 хв на площу 1 см<sup>2</sup>, перпендикулярну до напрямку його променів, яка перебуває на середній відстані Землі від Сонця за межами земної атмосфери. Сонячна стала, визначена на висоті 65 км за допомогою ракет, має наближене значення 0,14 Вт/см<sup>2</sup>.

*Спонтанний* – самовільний.

*Стохастичний* – випадковий.

*Суб’єкт* – носій предметно-практичної діяльності в пізнанні (індивід або соціальна група), джерело активності, направленої на об’єкт.

*Сублімація* – перехід речовини з твердого стану в газоподібний, минаючи рідку фазу.

*Субстанція* – щось незмінне, на протигагу змінним станам і властивостям; те, що існує завдяки самому собі і в самому собі, а не завдяки іншому в іншим.

*Сукцесія* – низка послідовних змін рослинного покриву в часі, наприклад, відновлення корінного деревостану на місці попередніх вирубок.

*Тектонічні рухи* – рухи земної кори під впливом внутрішньої теплової, радіоактивної, хімічної енергії Землі, що створюють усі великі форми рельєфу земної поверхні.

*Техносфера* – сфера впливу техніки на природу, весь світ, що оточує людину.

*Трофічні зв’язки* – харчові зв’язки в екосистемах.

*Уніфікація* – зведення будь-яких уявлень до єдиної узгодженості, форми, системи, шкали тощо.

- Фенотип** – сукупність усіх ознак і властивостей організму, що сформувалися в процесі його індивідуального розвитку (результат взаємодії спадкових ознак організму [генотип] і умов середовища).
- Ферменти** – біологічні каталізатори; за хімічною природою – білки, виконують перетворення речовин в організмі, спрямовують і регулюють його обмін в організмі.
- Філогенез** – процес історичного розвитку організмів загалом та окремих таксономічних груп: царств, типів, класів, видів, родів, родин; пов'язаний з онтогенезом; розвиток виду.
- Флуктуація** – випадкові відхилення системи від “середнього” положення).
- Фотон** – елементарна частинка (квант) світла.
- Галілізм** – концепція, згідно з якою роль цілого є визначальною, а вплив окремих частин – несуттєвим; учення про цілісність, цілісність світу вважають вищою і всеохопною.
- Хромосоми** – структурні елементи ядра клітини, у яких міститься спадкова інформація організму. В хромосомі в лінійному порядку розташовані гени (в хромосомі близько 99 % ДНК клітини).
- Центральна нервова система** – головний і спинний мозок.
- Цикл** – сукупність будь-яких явищ, що відбуваються в певній послідовності впродовж будь-якого проміжку часу, що утворюють завершене коло певного розвитку.
- Чорна діра** – нагромадження маси надзвичайно високої густини, яку гравітація все навколо себе поглинає, включаючи не лише власні фотони, а й ті, що проходять у межах дії сил гравітації заданої маси, залишаючись буквально невидимою. Б'ється зі зникненням об'єктів у її “близькості” (радіус поглинання залежить від маси).
- Гроно галактик** – компактне згущення речовини в центральній області багатьох галактик.

## ОРІЄНТОВНІ ТЕМИ РЕФЕРАТІВ

1. Поняття природознавства, культури, цивілізації.
2. Рівні сучасного розвитку природознавства за галузями науки (астрономія, геологія, хімія, фізика, біологія, географія).
3. Теорія хаосу і порядку.
4. Роль ентропії в фізиці, хімії, біології і самоорганізації матерії.
5. Структурні рівні організації матерії.
6. Синергетика як теорія самоорганізації матерії.
7. Біоетика як моральні норми.
8. Поняття розуму, ступінь розумності комп'ютерів і тварин.
9. Сучасна наукова картина світу.
10. Історія природознавства (фізика, астрономія, хімія, біологія, геологія, географія).
11. Шляхи вирішення проблеми двох культур.
12. Принципи генної інженерії і клонування, їхні перспективи.
13. Еволюція в біології і роль генної інженерії.
14. Здоров'я людини. Цінність життя і його продовження.
15. Хімічні системи.
16. Самоорганізація живої природи.
17. Генетика й еволюція.
18. Біологія як наука про життя. Зародження життя на Землі: концепції його появи.
19. Фундаментальні основи сучасної хімії. Вчення про хімічні процеси.
20. Розвиток людських спільнот і теорія етногенезу Л. Гумільова.
21. Відмінності живої і неживої природи. Антропоцентричний принцип.
22. Поняття методу, методики і методології. Класифікація методів наукового пізнання.
23. Роль концепції наукової парадигми в аналізі розвитку природознавства.
24. Поняття інформації, сигналу, інформаційної ентропії.
25. Простір і час в історії природознавства.

26. Головні особливості сучасного стану розвитку природознавства.
27. Природознавча і гуманітарна складова в “концепції природознавства”.
28. Основні проблеми сучасного природознавства. Перспективи його розвитку.
29. Екбернетика як наука про загальні закономірності процесів управління.
30. Роль інформаційної здатності речовин.
31. Фізика атома (речовина, поле, принцип невизначеності, швидкість світла).
32. Фізичні основи астрофізики (космографія, космологія).
33. Термодинаміка, її роль та значення.
34. Основи збереження енергії.
35. Принципи відносності.
36. Розвиток ідей М. Коперника, Т. Брагва, Й. Кеплера.
37. Створення класичної механіки І. Ньютоном.
38. Планетарна модель атома Е. Резерфорда та її особливості.
39. Створення незворотності. Поняття ентропії. Другий закон термодинаміки.
40. Структура і будова Галактики (Всесвіту).
41. Вплив сонячної активності на соціальні системи.
42. Космічні цикли.
43. Еволюція зірок.
44. Створення й еволюція Всесвіту.
45. Основні етапи еволюції Землі.
46. Концепція ‘Великий вибух’, типи й еволюція Галактик.
47. Геометрична оболонка та її риси.
48. Біосфера як передумова єдиної культури.
49. Принципи охорони природи і природокористування.
50. Космос. Сутність, проблеми і шляхи їх вирішення.
51. Космічне мислення.
52. Основні методи сучасної астрономії.
53. Антропогенний та культурний ландшафт.
54. Структура мікро-, макро- і мегасвіту.
55. Головні особливості сучасного розвитку природознав-



## ТЕСТИ І ВАРІАНТИ ВІДПОВІДЕЙ ДО НИХ

\*\*\*\*

Коли відбулася перша з чотирьох наукових революцій?

1. XV–XVIII ст. 2. XIX ст. 3. Кінець XIX ст. 4. Кінець XX ст.

\*\*\*\*

Чим відрізняється четверта наукова революція від трьох попередніх?

1. Масштабним розвитком промислового виробництва. 2. Розвитком продуктивних сил, появою нових галузей виробництва. 3. Проявом революційного впливу на розвиток виробництва. 4. Розвитком світової глобалізації в науці, техніці, інформатизацією суспільства.

\*\*\*\*

Які дві функції виконує наукова революція?

1. Творчу і конструктивну. 2. Експериментальну і вимірювальну. 3. Логічну і теоретичну. 4. Руйнівну і творчу. 5. Аналогічну і експериментальну.

\*\*\*\*

Що пояснює концепція коеволюції?

1. Узгодженість дій природних та соціосистем. 2. Детермінує природні чинники. 3. Розробляє сценарії соціосистем. 4. Вивчає закономірності природно-територіальних систем (ПТК).

\*\*\*\*

У який період історії природознавства зародилась наука як система?

1. У Середньовіччі. 2. Античний 3. Наприкінці XIX ст. 4. В епоху Відродження (XV–XVI ст.).

\*\*\*\*

Коли аристотелівська концепція світової будови зазнала цілковитого краху?

1. В епоху Відродження (XV–XVI). 2. У Новий час (XVII–XIX). 3. За часів Арабського халіфату. 4. З падінням Західної Римської імперії (476).

\*\*\*\*

Скільки сторіч проіснувала геоцентрична система Птолемея?

1. Понад п'ять.
2. Близько десяти.
3. Більше тринадцяти.
4. Десять.

Яка з природничих наук або її теорії створила сучасні уявлення про атоми і молекули?

1. Астрономія.
2. Біофізика.
3. Хімія (хімічна атомістика Джона Дальтона).
4. Теорія А. Айнштейна.

Що таке наука?

1. Сутність наук про живу і неживу природу як єдине ціле.
2. Взаємний погляд, конструктивний принцип, система поглядів на людину.
3. Система узагальнених поглядів на об'єктивний світ і місце людини в ньому, відношення людини до навколишньої дійсності і самого себе.
4. Система наукових знань про світ.
5. Знак, концепція, парадигма.

Які завдання моделювання?

1. Побудові моделі, які відтворюють зразок та експериментальне доведення.
2. Екстраполяція інформації, отриманої з моделі.
3. Вивчення об'єкта (оригіналу) шляхом створення та дослідження його копії (моделі).
4. Правильна відповідь 1 і 2.
5. Правильної відповіді немає.

Парадигма – це:

1. Інференція наукового знання.
2. Використання методів сучасних наук.
3. Методи емпіричного пізнання.
4. Шлях розвитку науки, у процесі якого відбувається взаємодія наукових знань.
5. Сукупність нормативних, теоретичних і методологічних передумов наукового розвитку.

Які з перерахованих видів моделювання не належать до методів науки?

1. Уявний.
2. Числовий.
3. Фізичний.
4. Вимірювальний.
5. Символічний.

Які методи належать до емпіричного методу пізнання?

1. Спостереження, ідеалізація, експеримент.
2. Абстрагування, вимірювання, вимірювання.
3. Спостереження, експеримент, вимірювання.
4. Дедукція, вимірювання, спостереження.
5. Інференція, вимірювання, спостереження.

\*\*\*\*

Науково обґрунтоване припущення, що виходить з фактів і має призначення вирішити наукові проблеми та ймовірний (вірогідний) характер:

1. Аксиоматизація. 2. Гіпотеза. 3. Наукова теорія. 4. Пояснення. 5. Системний підхід.

\*\*\*\*

Які загальнонаукові методи застосовують на емпіричному і теоретичному рівнях?

1. Спостереження, абстрагування. 2. Аналіз і синтез, індукція і дедукція. 3. Аналіз і синтез, аналогія та моделювання. 4. Моделювання, експеримент, аналогія. 5. Немає правильних відповідей.

\*\*\*\*

Яка головна мета методології науки?

1. Вивчення й аналіз методів, засобів, прийомів, за допомогою яких отримують нові знання в науці на емпіричному і теоретичному рівнях.

2. Обчислення задач різними методами.

3. Розкриття змісту явища, тексту чи знакової форми, що сприяє їхньому розумінню.

4. Відображення об'єкта чи явища в знаковій формі.

5. Відокремлення суттєвого від несуттєвого.

\*\*\*\*

Метод є об'єктивно-суб'єктивним, тому що:

1. Дає змогу відображати дійсність і її взаємозв'язки, його використовує певна людина з суб'єктивними властивостями.

2. Не дає змоги відображати дійсність, його використовує певний механізм.

3. Відображає уявний світ, його застосовують у різних галузях.

4. Дає змогу виразити дійсність через різноманітні аспекти.

5. Забезпечує організоване збирання даних про явища та процеси людиною з суб'єктивним мисленням.

\*\*\*\*

Яким іншим методом доповнюють метод аналізу для того, щоб перейти від вивчення окремих частин об'єкта до вивчення його як єдиного цілого?

1. Індукцією. 2. Моделюванням. 3. Аналогією. 4. Синтезом. 5. Дедукцією.

\*\*\*\*

Яка головна мета методології науки?

1. Відокремлення суттєвого від несуттєвого. 2. Відображення об'єкта чи явища в знаковій формі. 3. Розкриття змісту явища тексту чи знакові форми, що сприяє їхньому розумінню. 4. Вивчення й аналіз принципів, методів, засобів, прийомів, за допомогою яких отримують нові знання. 5. Теоретичні узагальнення отриманих результатів.

\*\*\*\*

За теорією якого вченого поняття парадигми відповідає періоду "нормативної науки"?

1. Ф. Бекона. 2. Т. Куна. 3. Дж. Мілля. 4. М. Коперніка. 5. К. Поппера.

\*\*\*\*

Спадкоємність у наукових знаннях – це:

1. Взаємодія наявних наукових знань. 2. Наявність інших наукових знань. 3. Закономірний зв'язок між знаннями в ході розвитку науки, переважно на еволюційному етапі. 4. Цілісна система, що постійно розвивається. 5. Подібність об'єктів за певними властивостями і відносинами.

\*\*\*\*

Історико-генетичний зв'язок, загальний зв'язок, емерджентність є:

1. Теоретичним узагальненням. 2. Теоретико-методологічними постулатами. 3. Методологічними принципами. 4. Парадигмальними ознаками. 5. Ідеями, концепціями.

\*\*\*\*

Назвати форми і методи наукового пізнання?

1. Науковий факт. 2. Експеримент, моделювання. 3. Ідея, концепція, парадигма. 4. Гравітаційна сила.

\*\*\*\*

Шлях пізнання від окремого до загального, від фактів до теорії?

1. Індукція. 2. Дедукція. 3. Абстрагування. 4. Моделювання.

\*\*\*\*

Чим відрізняється наука від метафізики та релігії?

1. Пояснює причинно-наслідкові зв'язки. 2. Приймає засади догматично (на віру). 3. Наукоподібно пояснює процеси і явища. 4. Має ознаки об'єктивності, логічності, послідовності.

\*\*\*\*

Чого потребує наука?

1. Послідовного збирання фактичного матеріалу. 2. Формальності логіки. 3. Порядку (системи). 4. Узгодженості між різними напрямками наукових досліджень.

\*\*\*\*

Класифікація – це:

1. Вивчення об'єкта (оригіналу) шляхом створення і дослідження копії (моделі). 2. Розподіл усіх досліджуваних предметів на окремі групи відповідно до якоїсь ознаки. 3. Спосіб міркування, у якому загальний висновок будують на підставі окремих висновків. 4. Розчленування цілісного предмета на цільові частинки.

\*\*\*\*

Чим природознавство нових часів відрізняється від класичного?

1. Концепцією рівності (однаковості) швидкості світла в будь-якій інерційній системі відліку. 2. Залежність просторових координат і часу від швидкості руху, інерції енергії, визнання еволюційного характеру розвитку Всесвіту, самоорганізація енергії. 3. Особливостями мегасвіту. 4. Лінійними розмірами макротіл.

\*\*\*\*

Що становить сутність науки?

1. Чинники та гіпотези. 2. Закони, гіпотези, теорії та ідеї. 3. Висновки та ідеї. 4. Знання та технології. 5. Об'єкти та предмети.

\*\*\*\*

Наукознавство як наука про науку вивчає:

1. Певні явища дійсності. 2. Фактори та гіпотези. 3. Функціонування та розвиток науки, структуру та динаміку наукової загальності. 4. Наукову взаємодію з іншими соціальними феноменами. 5. Взаємодію науки з феноменами, її функціонування та розвиток.

\*\*\*\*

Які рівні реалізації включає наукове пізнання?

1. Емпіричний, дослідницький, теоретичний. 2. Змістовний, описовий, теоретичний. 4. Емпіричний, теоретичний, методологічний. 5. Методологічний, теоретичний.

\*\*\*\*

Що є найвизначальнішим критерієм науковості?

1. Гіпотези.
2. Ідея.
3. Істина.
4. Систематизація.
5. Новиз-

\*\*\*\*

Теоретичне знання може бути?

1. Географічним.
2. Історичним у логічній формі.
3. Фізич-
4. Біологічним.
5. Практичним.

\*\*\*\*

Які методи належать до теоретичного рівня пізнання?

1. Абстрагування.
2. Індукція і дедукція.
3. Експеримент.
4. Вимірювання.
5. Спостереження.

\*\*\*\*

Аналогія – це...:

1. Метод дослідження, який полягає в тому, що конкретні дослідження виводять із загальних.
2. Спосіб наукового дослідження, за яким явище поділяють на частини.
3. Уявне створення об'єктів і умов.
4. Дослідження явища загалом на підставі об'єднання пов'язаних одних з одним елементів у єдине ціле.
5. Спосіб пізнання, за яким на підставі подібності об'єктів за певними ознаками роблять умовний висновок щодо подібності їх інших ознаками.

\*\*\*\*

Що є в основі методу аналогії?

1. Порівняння.
2. Індукція.
3. Дедукція.
4. Експеримент.
5. Аналіз.

\*\*\*\*

Які загальнонаукові методи застосовують на емпіричному і теоретичному рівнях?

1. Спостереження, абстрагування.
2. Аналіз і синтез, індукція та дедукція.
3. Аналіз і синтез, аналогія та моделювання.
4. Моделювання, аналогія, експеримент.
5. Немає правильної відповіді.

\*\*\*\*

Які функції виконують моделі?

1. Психологічну, нормативну, упорядковувальну, пояснювальну і конструктивну.

2. Психологічну, упорядковувальну, пояснювальну і конструктивну.
3. Нормативну, упорядковувальну, пояснювальну.
4. Пояснювальну і конструктивну.
5. Психологічну, пояснювальну.

\*\*\*\*

Модель може бути:

1. Теорією і законом.
2. Теорією і законом, співвідношенням і гіпотезою.
3. Теорією і законом, співвідношенням і гіпотезою, порівнянням і правилом.
4. Співвідношенням гіпотезою, правилом.
5. Теорією, законом, співвідношенням, гіпотезою і правилом.

\*\*\*\*

У міру розвитку науки теорії можуть переходити в:

1. Моделі
2. Аналогії
3. Гіпотези
4. Закони
5. Правила.

\*\*\*\*

Моделювання – це:

1. Підхід, який ґрунтується на відображенні матеріально масоенергетичної та речовинної сутності макрореалій земної і навколосемної природи.
2. Підхід, який ґрунтується на застосуванні кібернетичної теорії інформації до вивчення геоматичних, біотичних, соціальних явищ і систем.
3. Пряме, опосередковане вивчення об'єктів наукового пізнання шляхом дослідження їхніх моделей: графічно-логічних, картографічних, фізичних, математичних та інших.
4. Підхід, який полягає у вивченні значень наукових термінів і знаків, з'ясуванні їхньої відповідності науковим поняттям.
5. Підхід, який ґрунтується на опрацюванні питань, пов'язаних із різними системами знаків, що їх використовують для передавання інформації.

\*\*\*\*

За теорією якого вченого-наукознавця поняття парадигми відповідає періоду “нормативної науки”?

1. Ф. Бекона.
2. Т. Куна.
3. Дж. Мілла.
4. М. Коперника.
5. К. Поппера.

\*\*\*\*

Спадкоємність – це:

1. Взаємодія наявних наукових знань, коли на їхній основі творчо вирішують наукові завдання, які раніше не брали до уваги.

2. Наявна, часом неусвідомлена дослідником реалізована інтуїтивно взаємодія наукових знань.
3. Закономірний зв'язок між знаннями в ході розвитку науки, переважно на еволюційному етапі.
4. Коли на підставі подібності об'єктів за певними властивостями і відносинами речі висувають припущення про подібність в інших відношеннях.
5. Цілісна система, що постійно розвивається, включає численність елементів і відносин.

\*\*\*\*

Яка парадигма включає в себе елементи різної природи?

1. Системна. 2. Модельна. 3. Систематична. 4. Біоекологічна.
5. Екологічна.

\*\*\*\*

Назвіть правильне твердження:

1. Парадигма – це сукупність нормативних, теоретичних і методологічних передумов, характерних для дослідження певного етапу наукової практики.
2. Яким би шляхом не розвивалася наука, у процесі її розвитку ніколи не відбувається взаємодії наукових знань.
3. До основних методів емпіричного пізнання належать: спостереження, вимірювання, порівняння, експеримент, абстрагування.
4. Будь-яка наука використовує методи залежно від тих завдань, які стоять перед нею.
5. Диференціація наукового знання – це об'єднання систем у єдине ціле.

\*\*\*\*

Реалізація – це:

1. Мислена дія, пов'язана з утворенням деяких абстрактних об'єктів, принципово неможливих у досліді та дійсності.
2. Спосіб чуттєво-предметної діяльності в науці, коли явища вивчають за допомогою доцільно обраних чи штучно створених умов, що сприяють дослідженню властивостей об'єкта безпосереднього вивчення.
3. Відновлення цілого з частин, що дає змогу одержати знання про об'єкт як єдність різноманітного, сукупність кількох визначень найважливіших рис об'єкта.
4. Перехід від одиничного до особливого та загального чи від менш загального до більш загального.
5. Форма умовиводу та метод дослідження, за яких на підставі знання про окреме роблять висновок про загальне.



\*\*\*\*

Спостереження – це:

1. Вихідний метод емпіричного пізнання, який дає змогу одержати первинну інформацію про об'єкти навколишньої дійсності.
2. Дослідження явищ шляхом активної дії на них через створення нових умов, що відповідають меті дослідження, або через зміну перебігу процесу в потрібному напрямі.
3. Процес уявного або практичного розчленування цілого на складові та вивчення їх.
4. Перехід від одиничного до особливого та загального чи від менш загального до більш загального.
5. Науковий опис основних властивостей і ознак, що характеризують досліджуваний об'єкт.

\*\*\*\*

Систематизація – це:

1. Процес зведення розрізнених знань про явища об'єктивної дійсності в єдину науково впорядковану систему.
2. Відновлення цілого із частин, що дає змогу одержати знання про об'єкт як єдність різноманітного, сукупність кількох визначень найважливіших рис об'єкта.
3. Прийоми пізнавального уявного ізолювання, виділення в самостійні вузькі об'єкти окремих складових, сторін, властивостей, відношень ширших об'єктів дослідження.
4. З'ясування однаковості об'єкта із самим собою або рівності кількох об'єктів, збігу всіх їхніх властивостей, що дає змогу розглядати їх як один і той самий ідентичний об'єкт.
5. Форма умовиводу та метод дослідження, за яких на підставі знання про окреме роблять висновок про загальне.

\*\*\*\*

Аксиоматизація – це:

1. Спосіб систематизації наукових знань, відповідно до якого окремі теоретичні твердження приймають без доведень за вихідні, а всі інші положення теорії виводять із них шляхом логічних міркувань.
2. Спосіб пізнавальної діяльності, побудова вірогідного, проблематичного знання, що потребує підтвердження, доведення.
3. Висування взаємопов'язаних гіпотез про причини і сумісність досліджуваних явищ і виведення висновків з гіпотез шляхом дедукції.

4. Фіксує просторово-часове зародження певних множинних природних явищ і можливість пізнання недоступних об'єктних складових часового ряду за їхніми нинішніми відповідниками.
5. Перехід від одиничного до особливого та загального чи від менш загального до більш загального.

За скільки хвилин світло від Сонця доходить до Землі?

1. За 10 хв. 2. За 8 хв. 3. За 15 хв. 4. За 30 хв. 5. За 1 хв.

Що означає концентрація простору і часу дає уявлення про простір і час як про деякі самостійні сутності, що існують незалежно від сприйняття?

1. Концепція біологічного уявлення про простір і час.
2. Концепція на підставі класичної механіки.
3. Концепція абсолютного простору і часу.
4. Концепція соціального простору і часу.
5. Концепція абсолютного простору.

Що таке ентропія?

1. За'язок в організмі.
2. Міра енергії, яка затрачається при дисиплятивній енергії взаємодії елементів як системи.
3. Ступінь безладу.
4. Руйнівний вплив зовнішніх сил.

У якому році висунуто гіпотезу про походження Всесвіту Бенджаміном Лавласом?

1. 1755. 2. 1780. 3. 1836. 4. 1872. 5. 1915.

Скільки кілометрів дорівнює один світловий рік?

1.  $3,15 \times 10^{12}$  км. 2.  $6,93 \times 10^{12}$  км. 3.  $7,56 \times 10^{12}$  км. 4.  $9,46 \times 10^{12}$  км. 5.  $10,23 \times 10^{12}$  км.

На якій відстані від нас розташовані найдальші галактики?

1. 10–15 млрд світлових років.
2. 15–20 млрд світлових років.
3. 25–30 млрд світлових років.
4. 5–10 млрд світлових років.
5. 30–35 млрд світлових років.

Які називають галактику, у якій ми живемо?

1. Молочний Шлях. 2. Сузір'я Андромеди. 3. Велика Магелланова Хмара. 4. Мала Магелланова Хмара. 5. Всесвіт.

\*\*\*\*

Як називають найближчу до нас галактику у Північній півкулі?

1. Туманність Андромеди.
2. Велика Магелланова Хмара.
3. Мала Магелланова Хмара
4. Всесвіт.
5. Молочний Шлях.

\*\*\*\*

Що вивчає космологія?

1. Всесвіт загалом.
2. Планети Сонячної системи.
3. Галактику.
4. Увесь охоплений астрономією світ.

\*\*\*\*

У чому суть законів Й. Кеплера?

1. Планети рухаються навколо Сонця по еліпсах, в одному з фокусів яких є Сонце.
2. В обґрунтуванні геліоцентричної системи.
3. Радіус-вектор, проведений від Сонця до планети, за однакові відрізки часу описує однакові площі.
4. У поясненні перерозподілу руху планет.

\*\*\*\*

Що породжують реакції на Сонці?

1. Гелій із водою (який дають ядра галактик).
2. Складні атоми синтезувальних речовин.
3. Водень (основний будівельний матеріал Всесвіту).
4. Ядра нових галактик.

\*\*\*\*

Маса Землі щорічно зростає завдяки космічному пилу на:

1. 40 000 т.
2. 30 000 т.
3. 20 000 т.
4. 10 000 т.
5. 50 000 т.

\*\*\*\*

Хто з учених розмежував поняття рівномірного й нерівномірного прискореного руху, сформулював поняття прискорення та відкрив закон незалежності дії сили?

1. Г. Галілей.
2. І. Ньютон.
3. М. Планк.
4. Н. Бор.
5. М. Ломоносов.

\*\*\*\*

Що у фізичному розумінні означає слово хаос?

1. Нерегулярний рух.
2. Регулярний рух.
3. Змінний рух.
4. Незмінний рух.
5. Привильної відповіді немає.

\*\*\*\*

Як описав явище хаосу Г. Хакен?

1. Нерегулярний рух, що є незрозумілим явищем.
2. Нерегулярний рух, описаний лінійними рівняннями.
3. Нерегулярний рух, описаний детерміністськими рівняннями.

4. Нерегулярний рух, описаний системою рівнянь.
5. Правильної відповіді немає.

\*\*\*\*

Що з наведеного нижче є властивістю хаосу?

1. Зв'язок хаосу з порушенням підпорядкованості параметрові порядку.
2. Не зв'язує хаос із порушенням підпорядкованості параметрові порядку.
3. Хаос зв'язує і підпорядковує цілісні системи.
4. Хаос не зв'язує і не підпорядковує цілісних систем.
5. Правильної відповіді немає.

\*\*\*\*

Унаслідок чого може виникнути нестійкість?

1. Зміни зовнішніх параметрів.
2. Зміни внутрішніх параметрів.
3. Зміни параметрів.
4. Незмінності параметрів.
5. Правильної відповіді немає.

\*\*\*\*

Хто створив першу модель атома?

1. Н. Бор.
2. Дж. Томсон.
3. Е. Резерфорд.
4. І. Ньютон.
5. А. Айнштайн.

\*\*\*\*

Що охоплює макросвіт?

1. Людину і її довкілля.
2. Живі організми, продукти життєдіяльності в різних агрегатних станах.
3. Мегасвіт (космос).
4. Закони теорії відносності.

\*\*\*\*

Що охоплює мегасвіт?

1. Лінійні розміри макротіл.
2. Планети, зірки, галактики (Всесвіт).
3. Елементарні частини.
4. Умовні реальності.

\*\*\*\*

Що є в основі класичної механіки?

1. Закони Г. Галілея.
2. Закони М. Коперника.
3. Закони І. Ньютона.
4. Закони Арістотеля.
5. Закони А. Айнштейна.

\*\*\*\*

Назвати концепції, відкриті І. Ньютоном.

1. Дії сил у природі.
2. Концепція зворотності фізичних законів у кількісній результаті.
3. Концепція обчислення безконечно малих значень.
4. Вивів диференціальне рівняння теплопровідності.

\*\*\*\*

Від чого, на думку Г. Галілея, залежить рух?

1. Часу і простору.
2. Простору й умов середовища.
3. Питомої ваги тіла і середовища, у якому воно рухається.
4. Зовнішніх сил.

\*\*\*\*

Які два постулати є в основі спеціальної теорії відносності А. Айнштейна?

1. Релятивіський (відносний).
2. Механічний.
3. Електромагнітний.
4. Оптичний.
5. Постійність швидкості світла.

\*\*\*\*

Залежно від чого пояснювала швидкість світла класична механіка?

1. Від швидкості світла у вакуумі.
2. Від швидкості відносно руху джерела і спостерігача.
3. Від часу, маси і довжини тіл.
4. Від відносної швидкості руху систем відліку.

\*\*\*\*

Що впливає зі спеціальної теорії відносності?

1. Єдність простору і часу.
2. Проблема природи світла.
3. Енергія поводить як речовина (наділена масою і може переходити в енергію).
4. Корпускулярна природа світла.

\*\*\*\*

Що є першим постулатом термодинаміки?

1. Виконана робота тіл.
2. Теплота не переходить сама по собі від холоднішого до теплішого.
3. Електромагнітні хвилі.
4. Явище поляризації.

\*\*\*\*

Що стверджує другий закон термодинаміки?

1. Теплота не переходить сама по собі від холоднішого до теплішого.
2. Природу електрики.
3. Природу магнетизму.
4. Теплота переходить від холоднішого до теплішого.

\*\*\*\*

Що вивчає синергетика?

1. Кооперативність (взаємоузгодженість) дій багатьох елементів систем.
2. Хаос структурованих елементів.
3. Системний підхід логічних розрахунків.
4. Динамічну стійкість.

\*\*\*\*

Синергетика – це:

1. Наука, яка вивчає загальні закономірності складних систем керування. 2. Теорія самоорганізації в системах різної природи. 3. Система вихідних положень науки, яку приймає більшість учених. 4. Методи пізнання для пошуку істини.

\*\*\*\*

Наука про керування, зв'язок і опрацювання інформації:

1. Генетика. 2. Біоценологія. 3. Біофізика. 4. Кібернетика. 5. Синергетика.

\*\*\*\*

Кібернетика – наука про:

1. Керування і зв'язки з живою природою в суспільстві і техніці. 2. Теорію пізнання. 3. Роботу людського мозку. 4. Загальні закони отримання, збереження, передавання та опрацювання інформації.

\*\*\*\*

Що у перекладі з грецької означає термін “синергетика”?

1. Співдружність 2. Колективна поведінка 3. Неколективна поведінка 4. Галузь термодинаміки. 5. Клас систем.

\*\*\*\*

Хто вперше ввів термін “синергетика”?

1. І. Пригожин. 2. Дж. Максвелл. 3. Г. Хакен. 4. Е. Резерфорд. 5. Т. Кун.

\*\*\*\*

Синергетика, зазвичай, розглядає процеси, де ціле має властивості:

1. Яких немає ні в одній частині.
2. Які є в кожній частині.
3. Які є в одній частині.
4. Які є в двох частинах.
5. Які є в трьох частинах.

\*\*\*\*

Які явища досліджував Г. Хакен у синергетичному підході?

1. Явища, що відбуваються в точці нестійкості.
2. Явища, що відбуваються в точці стійкості.
3. Явища, що відбуваються під час пульсації.
4. Явища, що відбуваються під час коливання.
5. Правильної відповіді немає.

\*\*\*\*

Яку можливість дає концепція продукування надлишкової ентропії?

1. Виявлення нестійкості. 2. Виявлення стійкості. 3. Визначення нестійкості. 4. Визначення стійкості 5. Правильної відповіді немає.

\*\*\*\*

Згідно з якою концепцією про походження життя Бог – творитель всього живого?

1. Панспермії. 2. Креаціонізму. 3. Стаціонарного стану. 4. Великого вибуху. 5. Біогенезу.

\*\*\*\*

У чому сутність концепції панспермії?

1. У зародженні життя з неживої речовини. 2. У тому, що життя існувало завжди. 3. У створенні живого Богом. 4. У тому, що життя на Землю було занесено з Космосу. 5. У тому, що живе виникає тільки з живого.

\*\*\*\*

Що утверджує теорія біогенезу?

1. Усе живе походить тільки від живого.  
2. Усе живе походить тільки від неживого.  
3. Усе живе походить частково від живого.  
4. Усе живе походить частково від неживого.  
5. Усе живе походить від живого та неживого.

\*\*\*\*

Що таке абіогенез?

1. Походження життя від тварин.  
2. Ідея про походження живого з неживого – вихідна гіпотеза сучасної теорії походження життя.  
3. Походження життя від рослин.  
4. Ідея про походження неживого з живого – вихідна гіпотеза сучасної теорії походження життя.  
5. Хімічний процес, протилежний до філогенезу.

\*\*\*\*

Хто автор першої еволюційної концепції?

1. Ч. Дарвін. 2. А. Уоллес. 3. Ж. Б. Ламарк. 4. Ж. Бюффон. 5. Г. І. Мендель.

\*\*\*\*

Визначення “природи організму” відповідає сучасному терміну:

1. Типологія. 2. Фенотип. 3. Генотип. 4. Екосистема. 5. Біоценоз.

\*\*\*\*

Коли учені припускають появу життя на Землі?

1. 2,0–2,5 млрд років тому. 2. 2,5–3,0 млрд років тому. 3. 3,0–3,5 млрд років тому. 4. 3,5–4,0 млрд років тому. 5. 4,0–4,5 млрд років тому.

\*\*\*\*

Чим зумовлене виникнення сучасних видів істот?

1. Появою їхніх предків.  
2. Еволюцією неживих організмів.  
3. Розвитком рослин.  
4. Їхнім прагненням ліпше гармонізувати з навколишнім середовищем.  
5. Їхнє виникнення досі не підтвержене жодними фактами.

\*\*\*\*

Основними рівнями організації живих систем є:

1. Атомний, молекулярний, органо-тканинний, організмий, популяційно-видовий, екосистемний, геосистемний. 2. Атомний, молекулярний, клітинний, органо-тканинний, організмий, популяційно-видовий, екосистемний. 3. Молекулярний, клітинний, органо-тканинний, організмий, популяційно-видовий, екосистемний, геосистемний. 4. Молекулярний, клітинний, органо-тканинний, організмий, популяційно-видовий, екосистемний, біосферний. 5. Атомний, молекулярний, органо-тканинний, організмий, біосферний, геосферний.

\*\*\*\*

Основні концепції щодо виникнення життя на Землі:

1. Життя створене – креаціонізм. 2. Життя занесене ззовні (панспермізм). 3. Життя існувало завжди (віталізм). 4. Життя виникло і розвивалось само по собі (еволюціонізм). 5. Усі відповіді правильні.

\*\*\*\*

Антропогенез вивчає:

1. Сучасну теорію й основні етапи розвитку людини. 2. Найдавніших попередників людини. 3. Останню льодовикову епоху (50–30 тис. років тому). 4. Форми суспільних зв'язків.



\*\*\*\*

Назвати чотири тлумачення прогресу у живій природі.

1. Ламаркізм, дарвінізм. 2. Фрейдизм. 3. Релятивізм і регрес. 4. Прогрес.

\*\*\*\*

Хто і коли запропонував термін “генетика”?

1. Г. Мендель, 1900 р. 2. К. Негелі, 1904 р. 3. Г. Бетсон, 1906 р. 4. Ш. Нодеж, 1898 р. 5. К. Корренс, 1909 р.

\*\*\*\*

Який з законів відкритий Г. Менделем?

1. Кожна ознака організму контрольована парою алелей (спадкові одиниці-гени). 2. Закон спадковості. 3. Закон мінімуму. 4. Закон збереження енергії.

\*\*\*\*

Для якого біологічного закону характерне поняття генетичної рівноваги?

1. Закон “все або нічого”. 2. Закон Менделя. 3. Закон Арді-Вайнберга. 4. Правильної відповіді немає.

\*\*\*\*

Центр управління, який складається з нейронів – це:

1. Клітини. 2. Мозок. 3. ДНК. 4. РНК. 5. Тканина.

\*\*\*\*

Яка з півкуль мозку наділена синтетичними, цілісними, інтуїтивними властивостями?

1. Ліва півкуля. 2. Права півкуля. 3. Центр управління складений з нейронів. 4. У півкулі зі зменшеним вмістом сенсорної інформації.

\*\*\*\*

Що є в основі діяльності нервової системи?

1. Сприйняття сенсорної інформації і передавання електрохімічним шляхом збудження. 2. Гальмування нейронів. 3. Збільшення електричних імпульсів. 4. Правильної відповіді немає.

\*\*\*\*

Схему З. Фрейда складають:

1. Людина в ізолюваному існуванні. 2. Можливості спільного життя. 3. Поява первісної людини, культури як системи заборони. 4. Надбудова над безсвідомим базисом.

\*\*\*\*

Результат діяльності екстрасенсорного і підсвідомого сприйняття, інтуїції, вищих емоцій виявляється у:

1. Свідомості. 2. Підсвідомості. 3. Безсвідомості. 4. Надсвідомості.

\*\*\*\*

Що виявляється у діяльності людини, оминаючи її свідомість?

1. Інтуїція. 2. Почуття. 3. Інтелект. 4. Мислення. 5. Інстинкт (рефлекс).

\*\*\*\*

До якого психологічного типу належить людина, яка є ідеальним виконавцем будь-яких наказів?

1. Спортивний. 2. Кінестетичний. 3. Магічний. 4. Вольовий. 5. Інстинктивно-механічний.

\*\*\*\*

До якого психологічного типу належить людина, яка якісно і на високих швидкостях здатна виконувати роботу, яка потребує різноманітних координованих рухів?

1. Моторно-руховий. 2. Вольовий. 3. Екстатичний. 4. Кінестетичний. 5. Інтелектуальний.

\*\*\*\*

Скільки мільярдів років триває біологічна еволюція на Землі?

1. 3,8. 2. 5,2. 3. 4,5. 4. 4,8. 5. 2,9.

\*\*\*\*

Скільки років тривала архейська і протерозойська ери?

1. 4,4 млн років. 2. 4,4 млрд років. 3. 3,4 млн років. 4. 3,4 млрд років. 5. 4 млрд років.

\*\*\*\*

Розставити в правильний ряд ери геохронологічної таблиці історії розвитку Землі (від давнішої до молодшої).

1. Палеозойська, мезозойська, кайнозойська, архейська.  
2. Архейська, протерозойська, кайнозойська, мезозойська.  
3. Архейська, протерозойська, палеозойська, мезозойська, кайнозойська. 4. Мезозойська, архейська, протерозойська, кайнозойська, палеозойська.

\*\*\*\*

У чому суть концепції німецького геофізика А. Вегенера?

1. Існування єдиного суходолу (Пангеї). 2. Розширення дна в океані, спричинене тектонікою літосферних плит. 3. Зміщення полюсів. 4. Співвідношення маси суходолу і водного простору.

\*\*\*\*

Лавразія (яка була частиною Пангеї) об'єднувала такі сучасні материки:

1. Південна Америка, Європа і Азія (без Індії). 2. Північна Америка, Європа й Азія (без Індії). 3. Південна Америка, Африка, Азія. 4. Північна Америка, Південна Америка, Африка, Азія. 5. Європа і Азія, Африка.

\*\*\*\*

До Гондвани (яка була частиною Пангеї) входили такі сучасні материки:

1. Африка, Антарктида, Північна Америка, Австралія і Індія.

2. Австралія, Антарктида, Африка, Південна Америка.

3. Антарктида, Австралія і Індія, Південна Америка.

4. Південна Америка, Африка, Антарктида, Австралія і Індія.

5. Південна Америка, Антарктида, Африка, Індія.

\*\*\*\*

Що вивчає палеонтологія?

1. Виявлені рештки рослин і тварин.

2. Виявлені рештки рослин і тварин, які існували в давні геологічні епохи на Землі.

3. Виявлені рештки рослин і тварин сучасності.

4. Виявлені рештки рослин і тварин майбутнього.

5. Виявлені рештки рослин і тварин, які досі невідомі.

\*\*\*\*

Які чинники визначають природну зону?

1. Кількість сонячної радіації і гіпсометричний рівень території. 2. Кількість опадів та їхній розподіл. 3. Приблизно однакове співвідношення тепла і вологи. 4. Вертикальне і горизонтальне розчленування земної поверхні.

\*\*\*\*

Що таке географічний детермінізм?

1. Наукова течія, яка вивчає вплив космосу на процеси, що відбуваються на земній поверхні. 2. Частина природи, яка охо-

єлює сферу життя людини та його виробництво. 3. Напрямок науки, яка вивчає ступінь впливу природи на діяльність людини. 4. Науковий напрям, який вивчає трансформацію живих організмів.

\*\*\*\*

Які є два основні типи регіональних відмінностей у географічній оболонці?

1. Зональні та азонанальні. 2. Зональні і широтні. 3. Широтні і азонанальні. 4. Просторові. 5. Широтні та просторові.

\*\*\*\*

Чим представлені найбільші азонанальні регіональні утворення в географічній оболонці?

1. Морями. 2. Океанами. 3. Материками й океанами. 4. Платоами і морями. 5. Платформами.

\*\*\*\*

Чим слугує моніторинг у географії?

1. Інформаційним компонентом системи керування якістю довкілля. 2. Здатністю розпізнавати предмети якості. 3. Інформаційним компонентом екосистеми. 4. Теоретичним рівнем пізнання.

\*\*\*\*

Ландшафт – це:

1. Конкретна територія, однорідна за походженням, єдиним геологічним фундаментом, однотипним рельєфом, подібним кліматом і певним набором дрібніших природних комплексів, є унікальною та індивідуальною.

2. Територія подібна до інших місцевостей за будовою і рельєфом.

3. Однакові території на Землі, об'єднані в одне ціле.

4. Місцевість, створена людьми.

5. Загальне трактування будь-якої території.

\*\*\*\*

Ландшафтна сфера – це:

1. Сфера, де живуть люди.

2. Шар потужністю десятки і сотні метрів усередині географічної оболонки, у межах якого структурні елементи геосфери контактують, утворюють нову систему з власною структурою.

3. Сфера, де містяться літо-, атмо-, і біосфера.

4. Штучна сфера, створена для класифікації ландшафтів.

5. Географічна оболонка.

\*\*\*\*

Процес поєднання в ціле життєдіяльності соціуму й природного оточення – це:

1. Гомогенез. 2. Біоценоз. 3. Етногенез. 4. Біогенез. 5. Етноперетворення.

\*\*\*\*

Ділянка території, що має однорідні характеристики літогенної основи, гідро-кліматичної та ґрунтово-біологічних складових і не може бути поділена на дрібніші зони.

1. Природний комплекс. 2. Місцевість. 3. Ландшафт. 4. Рельєф. 5. Фація.

\*\*\*\*

Які види ландшафтів поширені в заплавах рівнинних річок України?

1. Лучно-лісові, лучно-болотні, остепнені рівнинні.
2. Культурні.
3. Північностепові рівнинні.
4. Сухостепові сопкові.
5. Поліські моренно-зандрові.

\*\*\*\*

Ландшафтну оболонку, яка в разі суттєвих змін входів і виходів системи підтримує певний стан параметрів, називають:

1. Геостат (система зі стабільною географічною оболонкою).
2. Фізіостат (система зі сталим фізіологічним середовищем).
3. Хемостат (система зі стабільним хімічним середовищем).
4. Термостат (система, які характеризуються сталістю термічного середовища).

\*\*\*\*

Сталість природного середовища – це:

1. Гемостаз. 2. Гомеостаз. 3. Біотична рівновага. 4. Ерогенез.
5. Інваріант.

\*\*\*\*

Які зі структурних комплексних одиниць менші за рангом від ландшафту:

1. Природна зона, ландшафт, місцевість.
2. Місцевість, географічна оболонка, фація.
3. Урочище, фація, місцевість.
4. Урочище, ландшафт, природна зона.
5. Місцевість, рельєф, біосфера.

\*\*\*\*

Як називають оболонку, у межах якої стикаються, взаємно проникають і взаємодіють верхні шари земної кори, вся гідросфера, нижні шари атмосфери:

1. Біологічна.
2. Географічна.
3. Екологічна.
4. Фізична.
5. Водна.

\*\*\*\*

Природний комплекс – це:

1. Сполучення компонентів природи (гірських порід, води, повітря, живих організмів).
2. Поєднання тільки рослинного і тваринного світу.
3. Територія з певними фізичними і хімічними властивостями.
4. Величезна територія, заповнена водою.
5. Територія, де веде свою діяльність людина.

\*\*\*\*

Широтна смуга, яка виділяється за приблизно однаковим співвідношенням тепла і вологи:

1. Ландшафтна зона.
2. Природна зона.
3. Фація.
4. Гідросфера.
5. Екватор.

\*\*\*\*

Звітрявання, денудація (знос) й акумуляція (нагромадження) належать до:

1. Ендогенних процесів.
2. Екзогенних процесів.
3. Біологічних процесів.
4. Хімічних процесів.
5. Процесів, якими керує людина.

\*\*\*\*

Які ґрунти характерні для зони мішаних лісів і Полісся на Україні?

1. Сірі-лісові.
2. Дерново-підзолисті.
3. Лучні.
4. Сірі-лісові.
5. Чорноземи.

\*\*\*\*

Де в Україні поширена азональна поясиість?

1. На рівнинах.
2. В Карпатах і в Кримських горах.
3. В річкових заплавах.
4. Біля морського узбережжя.
5. На Поліссі.

\*\*\*\*

За якого коефіцієнта зволоження формуються степи?

1.  $K > 1$ .
2.  $K = 1$ .
3.  $K = 0,8$ .
4.  $K = 0,5$ .
5.  $K < 0,3$ .

\*\*\*\*

Які ґрунти типові для Українських Карпат?

1. Черноземи.
2. Бурі лісові.
3. Дерново-підзолисті.
4. Червоні
5. Піщані.

\*\*\*\*

Які ґрунти типові для півночі Кримського півострова?

1. Черноземи.
2. Каштанові солонцюваті.
3. Опідзолені.
4. Сірі лісові.
5. Лучні.

\*\*\*\*

У межах яких природних поясів поняття “зона” і “пояс” аналогічні?

1. Екваторіальні й арктичні.
2. Тропічні та екваторіальні.
3. Субтропічні та помірні.
4. Субекваторіальні.
5. Субарктичні.

\*\*\*\*

Які з наведених природних зон більшою своєю частиною належать до тропічного поясу?

1. Тундра
2. Пустелі і напівпустелі
3. Тайга
4. Вологих екваторіальних лісів
5. Тераї.

\*\*\*\*

Яке визначення пасіонарності дав Л. Гумільов?

1. Зовнішнє неусвідомлене прагнення.
2. Ознака генотипу й усвідомлене прагнення досягти мети.
3. Ефект надлишку біохімічної енергії живої речовини як ефект мутації (причина мутації не визначена).
4. Енергія – надлишок біохімічної енергії живої речовини, що може бути втрачена людиною в ході її діяльності, що зумовлена пасіонарністю.
5. Пасіонарність як ефект мутації та загальної енергії.

\*\*\*\*

На підставі наукового бачення сутності ноосфери В. Вернадський узяв такі “фундаментальні припущення”:

1. Життя є феномен космічний, а не земний.
2. Формою існування земного буття є біосфера.
3. Людина є закономірним і необхідним породженням земного життя.
4. Жива речовина здатна визначити перебіг та спрямованість “геологічних” і космогенетичних процесів.
5. Усі відповіді правильні.

\*\*\*\*

Що є ключовими чинниками концепції ноосфери В. Вернадського?

1. Розум і діяльність людини.
2. Моральний принцип.
3. Екологічна спрямованість діяльності людини.
4. Взаємозв'язок матеріальної та духовної сфери буття людини.

\*\*\*\*

З латинської “популюс” – поняття, яке є в основі терміна популяції, означає:

1. Рослина. 2. Мікроорганізм. 3. Ґрунт. 4. Народ. 5. Клімат.

\*\*\*\*

Скільки тисячоліть існує людський вид *Homo sapiens* (людина розумна):

1. 40 тис. 2. 20 тис. 3. 5 тис. 4. 2 тис. 5. 10 тис.

\*\*\*\*

Назвіть правильне визначення популяції.

1. Це сукупність особин одного виду, які відтворюють себе великою кількістю і тривалий час займають певну територію, функціонуючи і розвиваючись у ряді біоценозів.
2. Це сукупність особин двох видів, які відтворюють себе невеликою кількістю і тривалий час займають певну територію, функціонуючи і розвиваючись у ряді біогеоценозів.
3. Це сукупність особин одного виду, які відтворюють себе невеликою кількістю і тривалий час займають певну територію, функціонуючи і розвиваючись в одному або ряді біогеоценозів.
4. Правильної відповіді немає.

\*\*\*\*

Що є основною ознакою фітоценозу?

1. Видовий склад. 2. Екологічний склад. 3. Популяційний склад. 4. Ярусність. 5. Зовнішність.

\*\*\*\*

Кількість особин одного виду на певній одиниці площі – це:

1. Флористичний склад. 2. Екологічний склад. 3. Популяційний склад. 4. Рясність виду. 5. Зовнішність.

\*\*\*\*

Хто з учених робив спробу систематизувати розгалуження в межах структури сучасної екології?

1. Е. Геккель. 2. М. Реймерс. 3. Ю. Одум. 4. В. Вернадський. 5. К. Мебіус.

\*\*\*\*

Хто і коли вперше вжив термін “екологія”

1. І. Павлов, 1736 р. 2. В. Вернадський, 1848 р. 3. Ю. Одум, 1866 р. 4. Е. Геккель, 1866 р. 5. М. Реймерс, 1876 р.



\*\*\*\*

Що таке панспермія?

1. Процес виникнення життя у Всесвіті.
2. Процес виникнення життя на Землі.
3. Гіпотеза про повсюдність поширення на Землі зародків живих істот.
4. Гіпотеза про повсюдність поширення у Всесвіті зародків живих істот.
5. Виникнення життя на Землі за допомогою дисоціації води.

\*\*\*\*

Завдяки Ж. Ламарку середовище стали розуміти як:

1. Негативний чинник еволюції органічних форм.
2. Умову еволюції органічних форм.
3. Чинник, який гальмує еволюцію органічних форм.
4. Нейтральний чинник еволюції життя.
5. Позитивний чинник еволюції розвитку тварин.

\*\*\*\*

На якому принципі ґрунтувалась гіпотеза Ж. Ламарка?

1. Принципі градації (прагнення до досконалості).
2. Принципі непрямого пристосування до умов зовнішнього середовища.
3. Умовах залежності змін середовища.
4. Умовах, які не стосувалися до стану середовища.
5. Принципі деградації (занепад, зникнення).

\*\*\*\*

Коли Ч. Дарвін розпочав роботу над своєю теорією?

1. 1837 р. 2. 1838 р. 3. 1839 р. 4. 1835 р. 5. 1836 р.

\*\*\*\*

Що вивчає наука екологія?

1. Взаємодію неживих істот між собою.
2. Взаємодію неживих істот з природою.
3. Взаємодію живих істот між собою і з навколишньою природою.
4. Еволюцію в природі.
5. Взаєморозвиток живих організмів.

\*\*\*\*

Що означає синекологія?

1. Екологія угруповань.
2. Екологія популяцій.
3. Екологія організмів (особин).
4. Екологія.
5. Екологія фауни.

\*\*\*\*

Що означає демекологія?

1. Екологія фауни.
2. Екологія популяцій.
3. Екологія організмів (особин).
4. Екологія флори.
5. Екологія угруповань.

\*\*\*\*

Що означає аутекологія?

1. Екологія популяцій.
2. Екологія фауни.
3. Екологія організмів (особин).
4. Екологія флори.
5. Екологія угруповань.

\*\*\*\*

Яка суть принципу актуалізму Ч. Лайєла?

1. Усі закономірності і взаємозв'язки неорганічного й органічного світу сучасності збігаються з минулим.
2. Усі закономірності і взаємозв'язки неорганічного й органічного світу сучасності відмінні від минулого.
3. Органічні світи сучасності та минулого ідентичні.
4. Органічні світи сучасності та минулого протилежні.
5. Серед наведених варіантів немає правильної відповіді.

## ІСТОРІЯ ПРИРОДОЗНАВСТВА В ІМЕНАХ

- Авогадро Амедео (1776–1856) – італійський фізик і хімік.
- Айнштайн Альберт (1879–1955) – німецько-американський фізик-теоретик і філософ.
- Анаксагор (бл. 500–426 до н. е.) – давньогрецький філософ, математик і астроном.
- Арістотель (384–322 до н. е.) – давньогрецький філософ.
- Архімед (287–212 до н. е.) – давньогрецький математик, механік, астроном.
- Беккерель Антуан Анрі (1852–1908) – французький фізик і хімік.
- Бекон Френсіс (1561–1626) – англійський філософ і політик.
- Берг Лев Семенович (1876–1950) – радянський фізико-географ і біолог.
- Берталанфі Людвіг Фон (1901–1972) – австрійський біолог, кібернетик.
- Бойль Роберт (1627–1691) – англійський філософ, фізик і хімік.
- Больцман Людвіг (1844–1906) – австрійський фізик.
- Бор Нільс (1885–1962) – данський фізик-теоретик.
- Браге Тіхо де (1546–1601) – данський фізик.
- Брейль Луї де (1892–1987) – французький фізик-теоретик.
- Бруно Джордано (1548–1600) – італійський філософ-природодослідник.
- Вегенер Альфред (1880–1930) – німецький геофізик і метеоролог.
- Вернадський Володимир Іванович (1863–1945) – радянський мінералог, біогеохімік.
- Вінер Норберт (1894–1964) – американський математик.
- Гален (129–бл. 201) – римський лікар, натураліст.
- Галілей Галілео (1564–1642) – італійський математик і астроном.
- Гамов Джордж (1904–1968) – американський фізик.
- Гаусс Карл Фрідріх (1777–1855) – німецький математик і астроном.
- Гайзенберг Вернер (1901–1976) – німецький фізик-теоретик.
- Геккель Ернст (1834–1919) – німецький біолог.
- Герц Генріх (1857–1894) – німецький фізик.

- Гумбольдт** Олександр (1769–1859) – німецький природодослідник, географ і мандрівник.
- Гумільов** Лев Миколайович (1912–1992) – російський історик, філософ, етнограф.
- Гвіґенс** Хрiстiан (1629–1695) – нiдерландський фiзик i астроном.
- Галамбер** Жан (1717–1783) – французький математик, фiзик i фiлософ.
- Гальтон** Джон (1766–1844) – англійський фiзик i хiмiк.
- Гарвін** Чарльз (1809–1882) – англійський природодослідник, бiолог.
- Гевіс** Уільям Моріс (1850–1934) – американський геолог i геоморфолог.
- Декарт** Рене (1596–1650) – французький фiлософ, математик, фiзик i фiзіолог.
- Демокріт** (460–370 до н. е.) – давньогрецький фiлософ.
- Девуль** Джеймс (1818–1889) – англійський фiзик.
- Діак** Поль Адрієн Моріс (1902–1984) – англійський математик i фiзик.
- Девучаєв** Василь Васильович (1846–1903) – російський ґрунтознавець i фiзико-географ.
- Дішлер** Йоган (1803–1853) – австрійський математик i астроном.
- Евклід** (340–287 до н. е.) – давньогрецький математик.
- Жюльєн-Кюрі** Фредерік (1900–1958) – французький фiзик.
- Зосс** Едуард (1831–1914) – австрійський геолог.
- Ібн-Сіна** (Авіцена), Абу Алі Хусейн ібн Абдаллах (980–1037) – середньоазійський фiлософ, лікар, математик.
- Кант** Іммануїл (1724–1804) – німецький фiлософ.
- Карно** Саді (1796–1832) – французький фiзик.
- Кеплер** Йоган (1571–1630) – німецький астроном i математик.
- Кельвін** Рудольф (1822–1888) – німецький фiзик.
- Кемптон** Артур Холлі (1892–1962) – американський фiзик.
- Коперник** Микола (1473–1543) – польський астроном.
- Короліс** Гюстав Гаспар (1792–1843) – французький механік та інженер.
- Курнон** Шарль (1736–1806) – французький фiзик.
- Курт** Томас (1922–1996) – американський фiлософ, історик науки.

- Кюрі Марія (Склодовська) (1867–1934) – французький фізик.
- Кьюв'є Жорж (1769–1832) – французький фізик.
- Лавуазьє Антуан (1743–1794) – французький хімік.
- Лакатос Імре (1922–1974) – британський філософ, історик науки.
- Ламарк Жан-Батіст (1744–1829) – французький натураліст.
- Лаплас П'єр-Сімон (1749–1827) – французький астроном, математик, фізик.
- Леонардо да Вінчі (1452–1519) – італійський художник, інженер, вчений.
- Леруа Едуард (1870–1954) – французький учений.
- Ліней Карл (1707–1778) – шведський ботанік.
- Ломоносов Михайло Васильович (1711–1765) – російський учений, природодослідник.
- Максвелл Джеймс Клерк (1831–1879) – англійський фізик.
- Менделєєв Дмитро Іванович (1834–1907) – російський хімік.
- Мендель Грегор (1822–1884) – чеський природодослідник.
- Мохоровичич (Андрія) (1857–1936) – югославський геофізик, сейсмолог.
- Ньютон Ісаак (1642–1727) – англійський фізик, математик і астроном.
- Опарін Олександр Іванович (1894–1980) – радянський біохімік.
- Павлов Іван Петрович (1849–1936) – російський фізіолог.
- Паулі Вольфганг (1900–1958) – швейцарський фізик.
- Піфагор Самоський (570–500 до н. е.) – давньогрецький філософ і математик.
- Планк Макс (1858–1947) – німецький фізик-теоретик.
- Платон (428–347 до н. е.) – давньогрецький філософ.
- Поппер Карл Раймунд (1902–1994) – британський філософ.
- Птолемей Клавдій (85–160) – давньогрецький астроном, математик, географ.
- Пуанкаре Анрі (1854–1912) – французький математик і фізик.
- Резерфорд Ернест (1871–1937) – англійський фізик і хімік.
- Рітгер Карл (1779–1859) – німецький географ.
- Тєяр де Шарден П'єр (1881–1955) – французький палеонтолог, філософ, геолог.
- Тойнбі Арнольд Джозеф (1889–1975) – англійський історик і соціолог.
- Фарадей Майкл (1791–1867) – англійський фізик і хімік.

- Фейєрабенд Пол Карл (1924–1994) – американський філософ і методолог науки.
- Фрейд Зігмунд (1856–1939) – австрійський невропатолог і психіатр.
- Фрідман Олександр Олександрович (1888–1985) – радянський фізик і математик.
- Габбл Едвін (1899–1953) – американський астроном.
- Жевський Олександр Леонідович (1897–1964) – російський біолог.
- Шванн Теодор (1810–1882) – німецький біолог і фізіолог.
- Пеннон Клод (1916–2001) – американський математик.
- Шлейден Маттіас Якоб (1804–1881) – німецький ботанік.
- Шредингер Ервін (1887–1961) – австрійський фізик.
- Штурм Карл Густав (1875–1961) – швейцарський психолог, культуролог.
- Шперс Карл (1883–1969) – німецький філософ.

\*\*\*

### Українські імена у світовій науці

- Вєдєратський Іван (1846–1919) – зоолог і ентомолог, фундатор української природничо-наукової термінології.
- Вєдєрак Остап (1835–1918) – флорист, ботанік-географ.
- Вєдєрачєвський Іван (1854–1942) – біохімік, епідеміолог, дослідник органічної хімії.
- Вєдєлевський Василь Якович (1852–1939) – протозоолог, фізіолог, дослідник кровопаразитів хребетних тварин.
- Вєдєвський Мирон Онуфрійович (1889–1961) – математик і фізик.
- Вєдєв Михайло (1920–?) – хімік, праці з теорії про хімічну реакцію плутоніту.
- Вєдєвчук Михайло Пилипович (1892–1942) – математик і фізик.
- Вєдєвський Володимир (1900–1985) – географ, демограф, антрополог, редактор “Енциклопедії українознавства”.
- Вєдєвський Володимир Йосипович (1872–1956) – математик, укладач української наукової термінології та історії математичної думки.
- Вєдєвський Володимир Іполитович (1863–1937) – дослідник Сєвєрної Азії, Бєссарабії, Криму, Північного Кавказу, Закарпаття та ін.

- Лучицький Володимир Іванович (1877–1949) – геолог і петрограф.
- Люлька Архип Михайлович (1908–?) – конструктор авіаційних двигунів.
- Максимович Михайло Олександрович (1804–1873) – ботанік.
- Мельник Микола (1875–1954) – мінералог, ботанік і природодослідник, автор “Словника української номенклатури вищих рослин” (1922).
- Опшонов Євген Володимирович (1869–1938) – гідролог, розробляв проблеми меліорації.
- Остроградський Михайло (1801–1862) – математик і фізик.
- Пуллой Іван (1845–1918) – фізик, дослідник катодних та Х-променів, винахідник у царині електротехніки.
- Раковський Іван (1874–1949) – антрополог, зоолог, редактор УЗЕ (1930–1935).
- Різниченко Володимир Васильович (1870–1932) – геолог і геоморфолог.
- Рудницький Степан Львович (1877–1937) – географ і картограф, фундатор “Географії України”.
- Смакула Олександр (1900–1983) – фізик, вивчав оптичні властивості лужно-галоїдних кристалів, оптичних властивостей ненасичених сполук, діелектричних властивостей твердих тіл.
- Тутковський Павло Апполонович (1858–1930) – геолог, гідрогеолог, географ.
- Фещенко-Чопівський Іван (1884–1948) – фізик, фахівець у галузі фізики металів, географ, металург-технолог.
- Холодний Микола Григорович (1882–1953) – ботанік, біолог.
- Шарлемань Микола Васильович (1887–1970) – зоолог, орнітолог.
- Яната Олександр Алоїзович (1888–1938) – агроном і ботанік.
- Яримович Михайло (1934) – винахідник у галузі аерокосмічних дослідів у США.

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

**ШТОЙКО Павло Іванович**

# **КОНЦЕПЦІЇ ПРИРОДОЗНАВСТВА**

Навчальний посібник

*Рекомендовано  
Міністерством освіти і науки*

Редактор *М. М. Мартиняк*

Коректор *Ю. Р. Глиняна*

Комп'ютерна верстка *Л. М. Семенович*



Формат 60×84/16. Умовн. друк. арк. 28,5. Тираж 300 прим. Зам. № КЛ-105

Львівський національний університет  
імені Івана Франка.  
79000 Львів, вул. Університетська, 1

Свідоцтво  
про внесення суб'єкта видавничої справи  
до Державного реєстру видавців, виготівників  
і розповсюджувачів видавничої продукції.  
Серія ДК № 3059 від 13.12.2007 р.

Видруковано з готових діапозитивів  
у книжковій друкарні "Коло".  
82100, Львівська обл., м. Дрогобич, вул. Бориславська, 8.

Свідоцтво  
про внесення суб'єкта видавничої справи  
до Державного реєстру видавців, виготівників  
і розповсюджувачів видавничої продукції.  
Серії ДК № 498 від 20.06.2001 р.