

С. М. Єжов

НАУКОВИЙ ОБРАЗ СВІТУ

ІСТОРИЯ. МЕГАСВІТ

Навчальний посібник

ЗМІСТ

Передмова	5
Вступ	6
Розділ 1. Наука та її роль у суспільстві	8
1.1. Головні риси наукових знань	8
1.2. Роль науки в розвитку суспільства	12
1.3. Класифікація наук.	13
1.3.1. Необхідність класифікації наук.	16
1.3.2. Характеристика суспільних наук.....	17
1.3.3. Характеристика технічних наук.....	18
1.3.4. Характеристика природничих наук.....	20
1.4. Природничо-наукова і гуманітарна освіта.....	22
Розділ 2. Історія розвитку науки	25
2.1. Античні часи.	25
2.1.1. Поняття античної науки.....	29
2.1.2. Ознаки та специфіка античної науки.	32
2.1.3. Специфіка античної науки на прикладі математики.	36
2.2. Середньовіччя.....	39
2.3. Відродження	43
2.3.1. Передумови формування нової науки.....	43
2.3.2. Галілео Галілей як творець нового природознавства.	47
2.3.3. Ісаак Ньютон – засновник кількісної фізики.....	53
2.4. Становлення сучасного природознавства.....	56
2.4.1. Механіка.....	56
2.4.2. Виникнення та розвиток електродинаміки	58
2.5. Псевдонаука.....	61
2.5.1. Походження терміна.	61
2.5.2. Наука і паранаука.....	62
2.5.3. Наука і псевдонаука.....	63
2.5.4. Класифікація	66
2.5.5. Проблема демаркації.....	67
2.5.6. Псевдонаука й офіційна наука	68
2.5.7. Псевдонаука і суспільство.....	71

Розділ 3. Елементи методології природознавства.....	73
3.1. Структурні рівні організації матерії.....	73
3.1.1. Від мікросвіту крізь макросвіт до мегасвіту.	73
3.1.2. Структура та її роль в організації живих систем	80
3.1.3. Співвідношення категорій "частина" та "елемент".....	80
3.1.4. Взаємодія частини та цілого.	81
3.1.5. Атом, людина, Всесвіт – довгий ланцюг ускладнень.	82
3.2. Взаємозв'язок природничих наук.....	86
3.2.1. Новітня революція.....	87
3.2.2. Експеримент як критерій істинності знання та основний інструмент пізнання	87
3.3. Хаос і упорядкованість у природі.....	89
3.3.1. Хаос. Причини хаосу	90
3.3.2. Роль ентропії як міри хаосу.....	91
3.3.3. Порядок і хаос.....	92
3.3.4. Синергетичні закономірності.....	95
3.3.5. Характеристики (атрибути) порядку та хаосу.....	96
3.4. Самоорганізація складних систем. Синергетика.	98
3.4.1. Порядок і хаос: механізми переходу.....	99
3.4.2. Соціальна синергетика.....	101
Розділ 4. Мегасвіт	104
4.1. Оптична астрономія	106
4.1.1. Інфрачервона астрономія.....	107
4.1.2. Ультрафіолетова астрономія.....	108
4.1.3. Рентгенівська астрономія.	109
4.1.4. Гамма-астрономія.....	109
4.2. Радіоастрономія.....	110
4.3. Ракетні космічні дослідження	112
4.4. Магнітосфера Землі та її вплив на біосферу.....	113
4.4.1. Магнітосфера Сонця	113
4.4.2. Магнітосфера Землі.....	116
4.5. Космічні ритми й астрологія	120
Література.....	126

ПЕРЕДМОВА

Навчальна дисципліна "Науковий образ світу" призначена для ознайомлення студентів гуманітарних факультетів університетів із історією появи та розвитку науки в суспільстві, досягненнями її окремих галузей. Ця дисципліна має сприяти формуванню в студентів сучасного наукового світогляду, без якого важко уявити цивілізацію XXI ст.

Науковий образ світу є цілісною системою уявлень про загальні властивості та закономірності природи, що оточує людину. Ці уявлення народжувались і розвивались одночасно та паралельно з розвитком цивілізації. Науковий образ світу формується в суспільстві та спирається на досягнення природничих, суспільних і гуманітарних наук.

ВСТУП

Термін "наука" має досить широке трактування. Наука починається з опису сукупності тих або інших явищ, між якими встановлюються певні зв'язки, що набувають вигляду закономірностей. Аналіз закономірностей дозволяє пояснити тим чи іншим способом ці явища. Отже, наука є особливим раціональним способом пізнання світу, що оснований на емпіричній перевірці або математичному доказі.

Тут наука постає у трьох іпостасях: як соціальний інститут, як діяльність і як система знань.

По-перше, наука є певною соціальною інфраструктурою, яка тримається на соціально-інституціональних, правових, моральних, методологічних тощо принципах. Призначення цієї структури – виробництво знання.

По-друге, коли ми кажемо "наукова діяльність", ми розуміємо, що існують деякі зобов'язання та повноваження осіб, що займаються наукою в межах академічної чи університетської системи. Така діяльність дає змогу розширити й поглибити знання.

По-третє, як система знань наука є сукупністю емпіричних і теоретичних, фундаментальних і прикладних, якісних і кількісних пізнавальних тверджень – усі вони спрямовані на розкриття об'єктивних законів. Закони зумовлюють універсальність наукових знань, яка забезпечує замкненість, внутрішню органічність науки. Проте саме закони відокремлюють науку від культури.

Перед тим, як характеризувати основні риси науки, доцільно простежити етапи становлення сучасних наук. Початковий період розвитку процесу систематизованого пізнання людиною оточуючого середовища можна назвати донауковим підходом. Його характерною рисою був перехід від невпорядкованого, еkleктичного, буденного знання до строгої системи логічних доказів, обґрунтованих висновків, покладених із часом в основу нової, наукової методології пізнання.

Наука в її сучасному вигляді є відносно новим явищем в історії людства, яке виникло в надрах європейської цивілізації за Нових часів і його класичної доби – у XVI–XVII ст.

Однак можна стверджувати, що наука з'явилася не на порожньому місці. Німецький філософ К. Ясперс вирізняв два етапи становлення будь-якої науки.

Перший етап: становлення логічно та методично усвідомленої науки – грецька наука й водночас зачатки наукового пізнання світу в давніх Китаї та Індії.

Другий етап: виникнення сучасної науки, яка виростала з кінця Середньовіччя, рішуче стверджувалась із XVII ст. і розгорнулася у всій своїй широті в XIX ст.

Виникнувши після філософії та релігії, наука значною мірою стала синтезом цих двох світоглядних систем, які передували їй у розвитку людської культури. Таким чином, наука увібрала в себе беззаперечну віру в раціональність Бога (згодом – природного закону), яка існувала в середні віки як поєднання юдейсько-християнської міфології та раціональності грецької філософії, що лягла в основу християнства.

Розділ 1

НАУКА ТА ЇЇ РОЛЬ У СУСПІЛЬСТВІ

1.1. Головні риси наукових знань

Про таке багатофункціональне явище як наука можна сказати, що це, по-перше, галузь культури, хоча, як зазначалося вище, наявність наукових законів відрізняє її від культури; по-друге, спосіб пізнання світу; по-третє, спеціальний інститут інтелектуальної людської діяльності.

Для того щоби прояснити взаємовідносини науки з іншими формами, галузями, інститутами суспільства тощо, потрібно виявити специфічні риси науки – передусім ті, що відрізняють її від інших форм світогляду.

По-перше, наука універсальна в тому сенсі, що вона має повідомляти знання, істинні для всього універсуму (тотальності) і завжди правильні, як апріорні положення в математичних науках.

По-друге, наука фрагментарна в тому сенсі, що жодна наука не вивчає буття загалом, а лише зосереджується на різних фрагментах реальності та її параметрах. Також наука зазвичай поділяється на окремі дисципліни. Узагалі поняття буття як філософський концепт не властиве науці, яка є відокремленим пізнанням. Кожна наука як така є певною проекцією на світ, яку можна порівняти з прожектором, що висвічує області, які становлять інтерес для вчених у даний момент.

По-третє, наука загальнозначуща в тому сенсі, що отримані нею знання можуть знадобитися всім людям, а її мова однозначна, оскільки наука прагне якомога чіткіше фіксувати свої терміни, що сприяє певним процесам глобалізації, скасовуючи при цьому мовні та етнокультурні бар'єри.

По-четверте, наука знеособлена в тому сенсі, що ані індивідуальні особливості вченого, ані його національна або релігійна ідентичність чи місце проживання ніяк не відображені в кінцевих результатах наукового пізнання.

По-п'яте, наука систематична, а саме: вона має певну структуру, а не є просто непов'язаним набором положень і суджень.

По-шосте, наука незавершена в тому сенсі, що хоча наукове знання безмежно зростає, воно все ж не може досягти абсолютної істини, після якої вже не буде що досліджувати.

По-сьоме, наука спадкова, тобто всі нові знання певним чином і за певними правилами мають співвідноситись зі старими.

По-восьме, наука критична, що виражається в тому що вона завжди готова поставити під сумнів і переглянути свої навіть основоположні результати. Як приклад можна згадати астрономію, де спочатку панували геоцентричні погляди, – аж до перевороту, який здійснив Коперник.

По-дев'яте, наука достовірна, вона потребує постійної перевірки знань, що і становить тіло науки.

По-десяте, наука позаморальна, і це не слід зводити до етики вченого. Позаморальність виражається в тому, що знання не є ні моральним, ні аморальним; моральні оцінки стосуються лише діяльності дослідників або застосування результатів досліджень.

По-одинадцять, наука чутлива, тобто її результати потребують емпіричної перевірки, сприйняття дослідником.

Насамкінець, по-дванадцять, наука раціональна в тому сенсі, що вона отримує знання на основі раціональних процедур і законів логіки й формулює теорії та їхні положення, що виходять за межі емпіричного рівня.

Якщо узагальнювати ці риси, то можна зазначити, що специфіка наукового дослідження та значення науки корелюють з її особливими методами, структурою та мовою досліджень, науковим апаратом.

На основі викладеного вище можна зробити висновок, що наука є унікальною галуззю культури. Її відмінності від інших галузей культури та форм світогляду можна коротко сформулювати таким чином.

По-перше, наука відрізняється від міфічного світогляду та від власне міфології за тим принципом, що вона прагне не пояснити світ загалом (і тим паче не пояснити його явища надприродними силами), а сформулювати закони розвитку природи, які допус-

кають емпіричну перевірку. По-друге, від містики наука відрізняється тим, що прагне не злиття з об'єктом дослідження, а його теоретичного розуміння і відтворення.

Від релігії наука відрізняється тим, що розум і опора на чуттєву реальність мають у ній більше значення, ніж віра.

Укажемо також на принципову різницю між наукою та філософією: від філософії наука відрізняється переважно тим, що її висновки допускають емпіричну перевірку та відповідають не на запитання "чому", а на запитання "як" і "яким чином".

Також наука відрізняється від мистецтва раціональністю, яка не зупиняється на рівні образів, а доводиться до рівня теорій.

Різниця між наукою та ідеологією полягає в тому, що її істини загальнозначущі й не залежать від інтересів певних кіл суспільства.

Від техніки наука відрізняється тим, що спрямована не на використання отриманих знань про світ для його перетворення, а на пізнання світу як такого. Цей список порівнянь можна продовжувати, але він переконливо доводить, що наука є унікальною галуззю людської культури, суть якої полягає в теоретичному освоєнні дійсності.

Значення науки неухильно зростало аж до XX ст., а віра в неї підтримувалась її величезними досягненнями. У середині XX ст. у результаті зв'язку науки з технікою, що ставав усе тіснішим, відбулась подія, яку за масштабом можна порівняти із науковою (або промисловою) революцією XVII ст., – науково-технічна революція (НТР), що ознаменувала новий, третій етап у розвитку наукових знань.

Щодо дати й місця народження науки існують п'ять поглядів:

- наука була завжди, оскільки вона органічно властива практичній і пізнавальній діяльності людини;
- наука зародилась у Стародавній Греції у V ст. до н. е., саме тут уперше знання поєдналося з обґрунтуванням;
- наука виникла в Західній Європі в пізньому Середньовіччі (XII–XIV ст.) разом із особливим інтересом до знання, здобутого дослідним шляхом, і до математики;

- наука починається з XVI–XVII ст. працями І. Кеплера, Х. Гюйгенса й особливо Г. Галілея та І. Ньютона, що розробили першу теоретичну модель фізики мовою математики;
- наука розпочинає свій розвиток у першій третині XIX ст., коли дослідницька діяльність була поєднана із освітою.

Нині найчастіше під наукою розуміють:

по-перше, систематизоване знання про об'єктивні закони природи, суспільства й мислення,

по-друге, спеціальний соціальний інститут суспільства, призначений для формування наукового знання,

по-третє, систему принципів, методів і прийомів пізнання дійсності.

Сучасна наука – це складна організована система, сфера людської діяльності, спрямована на виявлення насамперед закономірного в існуванні й розвитку об'єктів, явищ, процесів. Наука як специфічна сфера пізнавальної діяльності базується на припущенні існування реального світу, який не залежить від суб'єкта пізнання, усі процеси якого підпорядковані закономірностям, що доступні пізнанню за допомогою відчуттів і мислення.

Наука стає настільки складною, багатоманітною, величною, що сама перетворюється на об'єкт наукових досліджень. Склався цілий комплекс наук про науку, який зазвичай називають наукознавством. До цього комплексу входить і загальна теорія науки, яка розглядає її загальне означення, аналізує структуру наукових теорій, і логіка науки, що займається вивченням системи реальних положень науки, їх співвідношення із системою об'єктів предметної сфери.

Проблеми суті науки розглядали багато відомих філософів, природознавців, соціологів, психологів та інших фахівців. Найвідоміша концепція – це так звана стандартна концепція науки, сформульована американським філософом І. Шеффлером. Ця концепція передусім потребує, щоб реальний світ природних явищ розглядався як реально існуючий та об'єктивний. При цьому характеристики світу не залежать від уподобань чи намірів спостерігачів і можуть бути описані з великою або меншою точністю. Наука за

свою суттю уявляється інтелектуальною діяльністю людей, мета якої полягає в точному й ретельно розробленому описі та поясненні об'єктів, процесів і взаємозв'язків, які існують у природі. Наукове знання через свою реальність та обґрунтованість нагромаджує істинні характеристики зовнішнього світу. При цьому головне призначення науки – пояснення всього суцього.

1.2. Роль науки в розвитку суспільства

Наука виконує в суспільстві дві основні функції: пізнавальну і практичну, які тісно переплелися одна з одною. Головне призначення науки полягає в досягненні істини й відкритті об'єктивних законів. І все ж надзавдання науки – не у виявленні цікавості, а в забезпеченні практичних потреб людей, суспільства. Наука – це особливий, раціональний спосіб пізнання світу, заснований на емпіричній перевірці чи математичному доказі.

Призначення науки не вичерпується пізнавальною функцією, хоча саме цю функцію справедливо вважають головною. Практична функція науки набуває конкретного змісту залежно від конкретної сфери практичної діяльності людей.

Проблема цілей сучасної науки вбачається дуже складною й неоднозначною. Кожне проблемне запитання тягне за собою нові запитання, на які так само має відповідати наука. Узагальнюючи, можна стверджувати, що для науки характерні чотири основні цілі: описати, усвідомити, передбачити, розв'язати.

Головне призначення науки полягає у знанні. Виходячи із цього, можна перелічити основні функції науки.

Здобування наукових знань – висування гіпотез та їхня перевірка, отримання фактів, побудова теорій, виявлення законів функціонування й розвитку, пошук шляхів утілення результатів досліджень у практику.

Поширення знань – популяризація наукових знань, їхнє поширення на інші галузі науки.

Удосконалення наукових знань – удосконалення теорій, доказів, обґрунтувань, методів наукових досліджень.

Нагромадження наукових знань – нагромадження масивів наукової інформації, необхідної для розв'язання складніших наукових і практичних завдань.

Застосування наукових знань – використання наукових знань у техніці, виробництві, політиці, соціальному житті, освіті, охороні здоров'я та культурі.

Таким чином, отримання наукових знань дозволяє знайти загальні закони, що пов'язують величезну кількість окремих фактів. Проте саме тому, що наука дає нам владу над природою, вона має все більшу соціальну значущість. Зокрема, наука має практичне (матеріальне) значення, якого не має мистецтво.

1.3. Класифікація наук

Наука – це систематизоване пізнання дійсності, яке відтворює її суттєві та закономірні риси в абстрактно-логічній формі понять, категорій, законів, теорій тощо.

Класифікація наук – це розкриття та визначення їхнього взаємного зв'язку на підставі певних принципів (об'єктивних, суб'єктивних, координації, субординації тощо) у вигляді логічно обгрунтованого розташування (ряду) наук. Важливу роль при цьому відіграють способи її зображення (табличні, графічні), що має велике значення для організації наукової, навчально-педагогічної, бібліотечної діяльності.

Класифікація наук здійснюється за кількома критеріями.

У ХХІ ст. проблема вибору й вивчення тієї чи іншої науки стала дуже гострою, визначився розрив між "гуманітаріями" та "природничниками", виникла проблема статусу й суспільної значущості двох типів наук: природничих і гуманітарних.

Нині наука перетворилася на досить складну, багатопланову і багаторівневу систему знань. Головний спосіб її організації та класифікації – дисциплінарний (за предметом досліджень). Отже, класифікація наук здійснюється відповідно до дисциплін, які вони вивчають.

Нові галузі наукового знання завжди відокремлювалися за предметною ознакою – відповідно до залучення до процесу пізнання

нових фрагментів реальності. Разом з тим у системі поділу наукових дисциплін є невеликий "привілейований" клас наук, що виконують інтегруючі функції щодо всіх інших розділів наукового знання – математика, логіка, філософія, кібернетика, синергетика тощо. Їхня предметна область гранично широка, начебто наскрізна для всієї системи наукового знання, що дозволяє їм стати методологічною основою наукового пізнання загалом.

Узагальнюючи все вищесказане, зауважимо, що науки поділяють не тільки на типи, які були згадані раніше, але й на групи або дисципліни.

Суспільні науки – вивчають людину і суспільство, взаємини і взаємозв'язок між ними. До суспільних наук належать історія, економіка, право тощо.

Природничі науки – вивчають фізику, хімію, біологію. Біологія охоплює всі процеси, що перебігають у живій природі, фізика – у неживій, а хімія перебуває на стику наук і ділиться на органічну та неорганічну.

До *технічних* (інженерних) наук прийнято відносити робототехніку, літакобудування, електроніку, тобто ті галузі, у яких потрібні знання різних або особливих видів техніки й технічного оснащення.

У навчальній літературі є багато різних теорій, кожна з яких розглядає класифікаційну структуру наук по-різному.

Цікаву спробу дати загальну класифікацію теоретичних і практичних (технічних у широкому розумінні) наук зробив сербський учений та інженер Мілутін Міланкович у книзі, присвяченій науці й техніці в їхньому історичному розвитку (1955). Він виходив з того, що людське пізнання має два джерела: спостереження, або *емпірію*, і роздум, або *раціоналізм*.

На думку автора, із цих двох джерел вийшли всі науки: поперше, *емпіричні*, або *дискриптивні*, які виникли на основі спостереження, і, по-друге, *раціоналістичні*, або *точні*, що виникли шляхом міркування. Науки обох типів взаємно запліднюються й доповнюються, причому серед учених були не тільки емпірики або раціоналісти, але й такі дослідники, які поєднували в собі гострих спостерігачів природи та геніальних мислителів.

Прийнявши за вихідне вказаний розподіл усіх наук на дві основні групи, Міланкович переходить до детальнішого їх розгляду. При цьому він зосереджує увагу на поступовому розвитку окремих наук до їхнього нинішнього стану.

Схема Міланковича складається із семи концентричних кіл, у результаті чого утворюється одне внутрішнє коло найменшого радіуса і шість послідовно оточуючих його кільцевих площ усе більшого й більшого розміру. Цим семи геометричним ділянкам відповідають сім основних галузей наук, які мають свої номери.

Внутрішнє коло зображує *математичні науки*, до яких належать *математика* і *геометрія*. За Міланковичем, вони є раціоналістичними науками в справжньому сенсі, оскільки створені тільки шляхом логічного міркування. Сувора логіка та довершена мова, що виражена математичними зразками, зробили їх основою тих наук, які називаються *точними*.

Науки, що займають внутрішні сфери в геометричній схемі Міланковича, вважаються основними щодо наук, які займають зовнішні сфери.

Перше кільце, що примикає безпосередньо до математичних наук, займають *точні науки*. Сюди Міланкович відносить *механіку*, *астрономію*, *фізику* та *хімію*. Цим наукам, на його думку, удалося відкрити закони природи і висловити їх математичною мовою настільки точно, що явища природи можна простежити крок за кроком і передбачити майбутнє. Астрономи, фізики, хіміки заздалегідь знають, як саме будуть відбуватися відповідні процеси.

Наступне кільце включає *практичні* (перш за все *технічні*) науки, які є застосуванням точних наук. Міланкович не розриває теоретичні та практичні знання, а намагається пов'язати їх між собою, показати з погляду існуючої між ними взаємодії. Якщо щодо точних наук математика відіграє роль їхньої основи, то стосовно технічних наук роль основи відіграють, у свою чергу, точні науки, на міцному фундаменті яких тільки й могла бути створена сучасна техніка.

Третє кільце зображує науки, які називаються *дискриптивними неорганічними природничими* науками: це *метеорологія*, *мінералогія*, *геологія* та *географія*. Міланкович називає ці науки

дискриптивними, тому що вони описують тільки фактичні дані й не досягли ще того рівня, щоб розкривати механізми явищ і передбачати їхній перебіг.

Четверте кільце схеми зображує *біологічні науки*.

У п'ятому кільці містяться *медицина, ветеринарія, агрономічна й технологічна біологія*.

Останнє (зовнішнє) кільце займають *духовні та суспільні науки*, найважливішими з яких, на думку Міланковича, є *філософія, історичні та правові науки, соціологія і лінгвістика*.

У схемі Міланковича цікавою є спроба поєднати теоретичні науки з практичними, які йдуть безпосередньо за першими у випадку природничих наук: друге кільце (технічні науки) іде за першим (фізико-хімічні науки), а п'яте (практична біологія) – за четвертим (біологічні науки). Однак цей принцип не витриманий щодо інших наук (математичних, геолого-географічних і гуманітарних). Однак головна слабкість його схеми полягає в тому, що тут не враховуються перехідні та проміжні науки: концентричні розділові лінії різко відокремлюють одну галузь знання від іншої, не залишаючи місця для переходу, наприклад від хімії (і фізики) до біології або геології.

1.3.1. Необхідність класифікації наук

Значущість і необхідність класифікації наук складно переоцінити. Класифікація наук необхідна, перш за все, при організації навчальних і навчально-педагогічних закладів, бібліотек тощо.

Розглянути необхідність класифікації наук можна на прикладі бібліотеки. У більшості бібліотек для роботи читачів із наявною в архівах і фондах літературою існують алфавітні та систематичні каталоги видань. У цих каталогах систематизація книг і друкованих видань здійснюється відповідно до дисциплінарної класифікації наук, тобто формуються картки, на кожній з яких розміщуються в алфавітному порядку назви книг, які відповідають певній дисципліні.

Наприклад, існує сектор із загальною назвою "Технічні науки". У сектор входить низка дисциплін, які відповідають цій на-

зві – матеріалознавство, радіотехніка, електроніка, причому в кожному з наведених предметних розділів поділ здійснюється в алфавітному порядку.

Очевидно, що для того щоб підібрати літературу з певної дисципліни, необхідно знайти потрібний сектор. Наприклад, книги з природознавства можна знайти в секторах "Природничі науки", "Природознавство" або "Концепції сучасного природознавства".

Система класифікації наук потрібна також в організації роботи навчального закладу. Для оволодіння майбутньою професією студентам кожної спеціальності необхідно вивчати певні науки.

Наприклад, для економіста необхідні знання з математики, економічної теорії, економіки підприємства, фінансів і кредиту (залежно від спеціалізації). Знання з педагогіки та психології (додаткові дисципліни) не вважаються основними.

Облік необхідних спеціальностей здійснюється з урахуванням групи класифікації наук – економічні та юридичні дисципліни відносять до суспільних. Це означає, що в підготовці економіста будуть переважати суспільні науки, які вивчають людину і суспільство, особливості їхніх відносин.

1.3.2. Характеристика суспільних наук

Суспільні науки мають справу з тією частиною буття, яка включає всі вияви соціального життя: діяльність людей, їхні думки, почуття, цінності, соціальні організації та інститути тощо.

У сукупності суспільних наук прийнято виділяти *соціально-наукові та гуманітарні* дисципліни. Поділ цей не є строгим і однозначним, але має серйозну основу.

Соціально-наукові системи знання (*економіка, соціологія, політологія, демографія, етнографія, антропологія* та ін.) орієнтуються на стандарти природничих наук. Вони намагаються вивчати соціальну реальність як якийсь ззовні покладений об'єкт, за можливості абстрагуючись від того факту, що дослідник є частиною досліджуваної реальності, перебуває начебто всередині неї. Ці науки вважають за краще оперувати кількісними методами дослідження (математична виразність), активно засто-

совують формалізовані моделі, домагаються однозначної інтерпретації наявного емпіричного (дослідного) матеріалу.

Гуманітарні галузі знання (*філософія, історія, філологія, культурологія, правознавство, педагогіка* та ін.) чітко усвідомлюють обмеженість формалізовано-математичних методів у вивченні духовно-ціннісних параметрів соціальної реальності й намагаються розкрити їх начебто зсередини, не протиставляючи себе об'єкту дослідження, а "включаючись", "вписуючись" у нього.

Емпіричною (фактичною) базою гуманітарних наук зазвичай є тексти (у широкому сенсі) – історичні, релігійні, філософські, юридичні, мальовані, пластичні тощо. Тому методи гуманітарно-наукового знання діалогічні: дослідник веде своєрідний діалог з автором тексту. У результаті такого діалогу народжуються інтерпретації текстів, тобто встановлюються смисли зафіксованих у них виявів життєдіяльності людей, які, зрозуміло, не можуть бути строго однозначними (до того ж вони обов'язково будуть змінюватися з кожною новою історичною епохою).

У гуманітарного знання також інші цілі, ніж у соціально-наукового. Гуманітарне знання прагне пояснити суспільне життя, щоб навчитися ним керувати. Завдання гуманітарного знання – дати можливість людині зрозуміти, прийняти життя, полюбити й насолодитися ним у підсумку.

Необхідно також пригадати науки про мислення. Разом із суспільними науками вони належать до гуманітарних, тобто наук про людину. Однак, на відміну від власне суспільних наук, вони мають предметом вивчення не сам об'єкт, наприклад у вигляді суспільних відносин, а об'єкт, відображений у громадській або індивідуальній свідомості людини (суб'єкта).

1.3.3. Характеристика технічних наук

У дисциплінарній класифікації наукового знання особливе місце займають *технічні науки*. До них належать *електротехніка, електроніка, радіотехніка, енергетика, матеріалознавство, металургія, хімічні технології* та ін. Предмет їхніх досліджень – техніка, технологія, матеріали, тобто речовий і матеріальний аспекти людської діяльності.

Головною особливістю технічних наук вважається те, що кінцевою їхньою метою є не пізнання істини, а ефективне використання природних процесів у виробничій та іншій діяльності людини. Тому велика частина технічного знання може бути віднесена до сфери прикладного, яке прийнято відрізняти від знання фундаментального.

Розрізняються ці види наукового знання і своїми головними функціями. Предметні області різних розділів науки можуть бути ідентичними, а співвідношення пояснювальної та практично-дійової функцій – різними.

Будь-яка наука, що виникає, неминуче проходить кілька стадій формування, на яких кроками її розвитку послідовно стають:

- опис об'єкта;
- його пояснення;
- передбачення поведінки об'єкта в різних ситуаціях;
- управління досліджуванним об'єктом;
- його штучне відтворення.

Лише деякі науки добігають у своїй еволюції останньої стадії (а для деяких це взагалі неможливо, як, наприклад, відтворити Великий вибух або навіть народження однієї зірки), але устремління до неї неминуче. Навчитися штучно відтворювати об'єкт, що вивчається, – мета будь-якої науки.

Наукове знання, яке успішно виконує перші три з перерахованих вище функцій (опис, пояснення, передбачення), вважається *фундаментальним*. Якщо ж воно має можливість виконувати хоча б одну з двох, що залишилися, функцій (управління і відтворення), то таке знання отримує статус *прикладного*.

Співвідношення фундаментальних і прикладних наук зазвичай описують протиставленням "знання, що" та "знання, як". Завдання прикладних наук – забезпечити практичне застосування фундаментального знання, довести його кінцевий продукт до споживача.

Наука другої половини ХХ – початку ХХІ ст. характеризується вибуховим зростанням саме прикладного наукового знання, економічна ефективність і вигідність якого очевидні. Виник-

ла навіть небезпека недооцінки значення фундаментального наукового знання, яке за природою витратне і швидких результатів зазвичай не обіцяє. Проте прикладні науки не можуть існувати й розвиватися самостійно, без опори на новації знання фундаментального. Наприклад, у нинішній економіці найшвидші й "найлегші" гроші робляться в торгівлі та фінансовій сфері, але ж ясно, що подібна ситуація в тривалому плані може зберегтися тільки в тому випадку, якщо є, чим торгувати й на основі чого займатися фінансовими спекуляціями. Так само в науці: перспектив розвитку прикладного наукового знання немає без розвитку його основи – фундаментальних наук.

1.3.4. Характеристика природничих наук

Науки про природу утворюють першу групу цього класу. Зі змісту природничонаукового пізнання необхідно повністю вилучити все привнесене від дослідника (суб'єкта) у процесі пізнання, у ході наукового відкриття. Закон природи або природнича теорія тільки в тому випадку виявляються правильними, якщо вони об'єктивні за змістом. Однак вилучити повністю суб'єктивний момент можна і треба лише щодо змісту наукового пізнання, але не його форми, оскільки остання має немінучий відбиток пізнавального процесу. До цієї ж першої групи належать математичні й абстрактно-математизовані науки, що входять до таких наук, які розрізняються між собою за своїм об'єктом (предметом).

Очевидно, що коли ми говоримо про *природознавство*, то перше, про що згадуємо – це *фізика*. Фізика – це, поза всяким сумнівом, найфундаментальніша, найусеосяжніша з усіх наук. Уявлення про фізику в умах багатьох людей абсолютно справедливо зливається з поняттям "знання". Світ фізики настільки ж великий, як і невичерпний світ знань. Один з найбільших учених нового часу Ернест Резерфорд казав, що всі науки можна поділити на фізику та колекціонування марок. Можливо, це перебільшення, але фізика завжди впливала і продовжує здійснювати величезний вплив на весь розвиток науки.

Фізика – це основна галузь природознавства, наука про властивості й будову матерії, форми її руху та зміни, про загальні закономірності явищ природи.

Нинішня фізика цілком рівноцінна давній натурфілософії, з якої виникла більшість сучасних наук. Однією з таких наук є астрономія, наука про походження, будову та закони руху космічних тіл. Астрономія старша за фізику. Фактично фізика виникла з неї, коли астрономія помітила вражаючу простоту руху зірок і планет. Пояснення цієї простоти стало початком фізики. На сучасному етапі розвитку астрономія й фізика так сильно переплітаються, а їхній взаємний вплив такий величезний, що часом важко відрізнити, де закінчується астрономія та починається фізика.

З фізикою тісно пов'язана хімія. У свої "дитячі роки" хімія майже цілком зводилася до того, що ми зараз називаємо неорганічною хімією, тобто до хімії речовин, не пов'язаних із живими тілами. Копіткою працею хіміків (а також алхіміків) відкривалися нові й нові хімічні елементи, вивчалися їхні зв'язки та сполуки, аналізувався склад ґрунту та мінералів. З часом виникла органічна хімія, тобто хімія речовин, пов'язаних із життєвими процесами. Нині хімія – це одна із основних галузей природознавства, наука про будову, склад, властивості та взаємне перетворення речовин.

Неорганічна хімія тісніше за все, мабуть, пов'язана з *геологією*, тобто наукою про Землю. Якщо бути точнішим, то говорити треба не про одну, а про кілька наук про Землю. До них належать *мінералогія* (наука про мінерали), *метеорологія* (наука про погоду), *сейсмологія* (наука про процеси, що перебігають у товщі земної кори – горотворення, землетруси) тощо.

Органічна хімія нерозривно пов'язана з *біологією*, наукою про будову та закони функціонування живих організмів, про процеси, що лежать в основі життя. Строго кажучи, *біологія* – це теж ціла система наук. Вона включає *зоологію*, що вивчає тваринний світ; *ботаніку*, що вивчає світ рослин; *фізіологію*, що вивчає процеси, які відбуваються в живих організмах, зокрема в організмі людини; *психологію*, що вивчає процеси, пов'язані з діяльністю свідомості, та ін.

Усі природничі науки взаємно впливають одна на одну, вони взаємопов'язані. Більше того, саме розподіл єдиної Природи на об'єкти вивчення люди придумали тільки для того, щоб полегшити собі життя. Якщо озирнутися навколо, то хіба ми бачимо хімію чи фізику? Звичайно ж, ні. Ми бачимо складний і дивно прекрасний світ, якому, за великим рахунком, усе одно, що ми про нього знаємо. Межі окремих наук розмиті, а на стику різних наук виникають нові. Наприклад, на стику хімії та фізики виникла *фізична хімія*, на стику фізики та біології – *біофізика*. *Геофізика*, *геохімія*, *астрофізика* – усе це лише невелика кількість суміжних наук.

1.4. Природничо-наукова і гуманітарна освіта

Природничо-наукова освіта має на меті підготовку фахівців у сфері природничих наук – фізики, астрономії, хімії, біології, геології, географії. Ці галузі знання описують якісні та кількісні характеристики матеріальних об'єктів і систем у тому середовищі, де вони перебувають. Природнича освіта обов'язково включає вивчення математики як самостійної сфери абстрактного знання, а також як мови й апарату для позначення об'єктів дослідження та операцій над ними з визначенням кількісних і просторових зв'язків і співвідношень різних явищ.

Природничо-наукова освіта є частиною загальної освіти, що містить комплекс дисциплін, у яких викладаються основи наукових знань про природу, і має дві головні мети:

- формування наукової картини світу й відповідного світосприйняття;
- підготовка теоретичного фундаменту для подальшого вивчення спеціальних дисциплін у процесі професійної освіти.

Знайомство із законами природи, їхнє пояснення сприяють найбільш раціональному використанню цих законів в інтересах сучасного суспільства, а також формують матеріалістичний світогляд.

Природничо-наукову освіту умовно можна поділити на загальну та спеціальну. Систематичне вивчення і пізнання основ природничих наук та окремих найзагальніших законів природи починається в середній загальноосвітній школі з молодших класів (вивчення основ біології, хімії, фізики, астрономії, географії і, звичайно, математики дає школярам загальне уявлення про різні форми руху матерії, закони розвитку природи тощо). Загальну природничу освіту отримують учні професійних училищ і технікумів, а також студенти вишів незалежно від обраної спеціальності.

Спеціальну природничо-наукову освіту (підготовку фахівців у сфері природничих наук для деяких галузей виробництва, науки, освіти) отримують в університетах, педагогічних, сільськогосподарських, медичних, технічних вишах. При цьому основними навчально-науковими центрами природничої освіти є університети.

Нині, коли неперервно відбувається науково-технічна революція, коли наука все більше стає безпосередньою виробничою силою суспільства, природничо-наукова освіта набуває особливо актуального значення. Науково-технічна революція супроводжується швидким розвитком усіх природничих наук. Особливо інтенсивно розвиваються такі розділи біології, як біохімія, біофізика, мікробіологія, вірусологія, генетика, що сприяє глибшому пізнанню основних процесів життя на рівні клітин, субклітинних структур і молекул. Розвиток інформаційних технологій потребує фундаментальних досліджень у галузі мікроелектроніки, оптики.

Природнича освіта також пов'язана з гуманітарною й технічною освітою.

Сучасна світова гуманістика виходить з того, що саме людина, її права та обов'язки, запити й потреби мають перебувати в центрі уваги держави і суспільства. Гуманітарна освіта в цьому процесі має бути тісно пов'язана з фаховою. Гуманітарна освіта – це сукупність знань у галузі соціально-гуманітарних наук і пов'язані з ними практичні навички та вміння. Метою гуманітарної освіти є духовна культура, у якій особистість відтворює себе у своїй людській цінності, повноті своїх внутрішніх переживань, роздумів і мрій, пізнає суспільство на різних етапах його історії, осмислює феномен культури, що дає змогу адаптува-

тися до сучасного глобалізованого світу. Особливе навантаження тут припадає на філософію, історію, українську мову, історію культури й культурології, політологію, соціологію, психологію, правознавство та ін. Останнім часом відбувається активний процес наповнення гуманітарним змістом не лише соціально-гуманітарних, а й природничих дисциплін.

Вивчення соціально-гуманітарних дисциплін як загальноосвітніх має на меті вміння орієнтуватися у просторі культури, засвоєння ціннісного підходу до оточуючого світу на відміну від технократичного, розуміння глибинного смислу "вічних" запитань: що є людина, що є історія, що є краса, що таке добро і зло, у чому сенс людського життя, звідки виник світ тощо. Таким чином, гуманітарна освіта переносить наголос із позитивного (наукового) знання на особистість і культуру з метою відновлення цілісності культури шляхом формування моральної, естетичної, ціннісної свідомості особистості як носія і творця культури.

Гуманітарна освіта має свою специфіку порівняно з науково-природничою. Насамперед відрізняється об'єкт дослідження. Для гуманітарного знання – це людина, суспільство, культура, для природничого – навколишній світ. Звідси впливає специфіка співвідношення "дослідник – об'єкт дослідження". Дослідник природи є стороннім спостерігачем, дослідник культури – невід'ємною складовою часткою об'єкта дослідження. Мета дослідження точних наук – пізнання фактів природи для розуміння феноменів навколишнього світу. Мета гуманітарного дослідження – пізнання фактів культури для розуміння людини та її місця у природі. Позитивне знання звернене до розуму людини, гуманітарне – як до розуму, так і до почуттів. Гуманітарні знання мало мати, їх слід відчувати, щоб відрізнити добро від зла, прекрасне від потворного. Позитивне знання певною мірою існує паралельно світу культури. Гуманітарне знання – це світ культури в ідеальній формі, а світ культури – це матеріалізоване гуманітарне знання. Дослідник природи вивчає природні явища, феномени як сторонній спостерігач, ззовні. Гуманітарій вивчає явища культури зсередини, він є частиною, учасником цих явищ.

Розділ 2

Історія розвитку науки

Вивчення історії сучасної науки спирається на безліч збережених оригінальних або перевиданих текстів. Слова "наука" і "вчений" увійшли до вжитку лише у XVIII–XX ст., а до того натуралісти називали своє заняття натуральною філософією.

Хоч емпіричні дослідження відомі ще з античних часів (наприклад роботи Арістотеля, Теофраста), а основи наукового методу були розроблені в часи Середньовіччя (роботи Ібн ал-Хайсама, Аль-Біруні, Роджера Бекона), сучасна наука розпочалася до Нового часу, періоду, що зветься індустріальною революцією, яка сталася в XVI–XVII ст. у Західній Європі.

Науковий метод такий істотний для сучасної науки, що багато вчених і філософів вважають роботи, виконані до наукової революції, переднауковими. Тому історики науки нерідко дають їй ширше означення, ніж прийнято в наш час, щоб включати у свої дослідження періоди античності та Середньовіччя.

2.1. Античні часи

Термін "античність" (від латин. *Antiquus* – "стародавній") уживається для позначення всього, що було пов'язано з грецько-римською старовиною, від гомерівської Греції до падіння Західної Римської імперії. Цей термін виник в епоху Відродження, і тоді ж з'явилися поняття "антична історія", "антична культура", "античне мистецтво", "античне місто" тощо.

Своєю появою наука зобов'язана прагненням людини до підвищення продуктивності праці та, у кінцевому підсумку, рівня життя. Поступово, ще з доісторичних часів, накопичувалися знання про природні явища та їхні взаємозв'язки.

Однією з перших наук стала астрономія, результатами якої активно користувалися жерці та священнослужителі. До древніх прикладних наук належала геометрія – наука про точний вимір

площ, об'ємів і відстаней, а також механіка. До складу геометрії входила географія.

У Давній Греції до VI ст. до н. е. склалися найбільш ранні теоретичні наукові системи, які прагнули пояснити дійсність набором основних положень. Зокрема, з'явилася й широко розповсюдилася територією Європи система першоелементів, а філософи Левкіпп і Демокріт створили першу атомістичну теорію будови речовин, яку згодом розвинув Епікур. Тривалий час наука не була повною мірою відокремлена від філософії, а була її складовою часткою. Однак уже стародавні філософи виділяли у складі філософії космогонію та фізику – системи уявлень про походження й будову світу, відповідно.

Демокріт був засновником аксіоматичного методу в математиці, що дозволив створити певний набір тверджень, істинність яких не підлягає сумніву, а тому вони є неспростовними. Видатний учений зробив внесок і в розвиток космології: він стверджував, що Земля – центр космосу, тому не рухається ні в якому напрямку, проте інші світи можуть рухатись. Доводив, що Земля не має форми кулі, оскільки при заході та сході Сонця сонячні промені на поверхню падають не по прямій лінії, а по дузі. Він створив один з перших давньогрецьких календарів і вперше визначив об'єм піраміди. Загалом наукова діяльність Демокріта дуже важлива для простеження становлення античної науки й служить першоосновою її розвитку. І хоча багато гіпотез ученого не відповідають сьгоднішнім законам світобудови (наприклад, точно встановлено, що Земля кругла), вони є цінними для аналізу еволюції знань про навколишній світ.

Ще одним яскравим представником давньогрецької науки та філософії є Арістотель. Він є автором безцінних наукових розробок "Фізика", "Логіка", концепції *логічних суперечностей* і *пізнання як найвищої мети життя*. Творчість Арістотеля охоплює практично всі сфери античної науки від космології та фізики до натурфілософії та біології. Учений є автором першої класифікації наук на теоретичні, практичні та поетичні, з наукового погляду пояснив явище Місяця.

У трактаті "Фізика" було підсумовано розвиток античної науки впродовж 15 століть, зокрема розглядалися дві пари протилежностей: тепле-холодне та сухе-вологе, було сформульовано систему елементів – земля, повітря, вода та вогонь, розрізнялися різні агрегатні стани. Арістотель розглядав Всесвіт як обмежений у просторі, нескінченний у часі набір концентричних кришталевих сфер із центром – Землею, водночас відкидаючи ідеї геліоцентризму. На відміну від Демокріта, Арістотель був переконаним прихильником кулеподібної форми Землі та Місяця.

Історично відомою є суперечка Арістотеля та Платона щодо існування конкретних і абстрактних речей, у якій Арістотель дотримувався першої концепції. Працював учений і в галузі біології, створивши праці "Історія тварин", "Про виникнення тварин", у яких поділив тварин на 2 групи – хребетних і безхребетних, заклав основи описової та порівняльної анатомії, описав близько 500 видів тварин.

Метеорологічні явища досліджувалися Арістотелем в однойменній праці, але розуміння їхніх причин і пояснення впливу клімату на людей були в нього дуже недосконалі. Надзвичайно цікавими є міркування вченого щодо педагогіки – системи виховання "вільно народжених". На думку автора, людина від природи одержує лише зародки здібностей, які можна розвинути тільки вихованням, яке, у свою чергу, має враховувати вікові особливості дітей. Виховання, на думку Арістотеля, має бути не приватною, а державною справою.

Отже, величезна заслуга Арістотеля полягає в систематизації величезного природничо-наукового матеріалу своїх попередників, критичній його оцінці. Водночас деякі висновки Арістотеля були помилковими (наприклад відкидання принципу інерції), що, зважаючи на його авторитет упродовж пізнього Середньовіччя, створило певні складнощі для встановлення істини. Арістотель здійснював великий вплив на подальший розвиток філософії та інших наук.

Утім, здійснивши величезну кількість спостережень і склавши досить докладний опис своїх уявлень про фізику та біологію, Арістотель не ставив експериментів. До епохи наукових рево-

люцій вважалося, що створювані людиною штучні умови досліджень не можуть дати результатів, які б адекватно описували явища, що відбуваються в природі.

Архімед Сіракузький був неперевершеним генієм інженерії античного світу, його ім'я знайоме всім зі словосполучень "архімедів гвинт" і "закон Архімеда". Наукова спадщина вченого величезна й багатогранна: це геометричні розробки щодо квадратури параболи, кулі, циліндра, спіралі тощо. Чималий внесок зробив Архімед у розвиток математики. Він довів нескінченність натурального ряду чисел, навчився знаходити дотичну до спіралі, площу еліпса, поверхні конуса та кулі, об'єми кулі та сферичного сегмента, відкрив співвідношення об'єму кулі й описаного навколо неї циліндра як 2 : 3. Визначення числа π – також заслуга Архімеда. Архімед упровадив концепцію рівноваги плоских фігур (закон рівноваги важеля), написав праці з гідромеханіки і статички (знаменитий закон гідростатики), відкрив закони важеля, розробив методи визначення складу сплавів. На відміну від своїх наукових колег, учений нерідко застосовував набуті знання на практиці, конструюючи різні машини і споруди, зокрема при облозі римлянами Сіракуз. Авторству Архімеда також приписується вдосконалення потужності й точності катапульти та винахід одометра (пристрій для вимірювання відстані, яку подолав транспортний засіб). Згадаємо архімедів гвинт – механізм, спроектований для перекачування води з низинних водойм у зрошувальні канали (згодом він став основою гребних пароплавів).

Отже, велич Архімеда полягає в тому, що користуючись типовими для свого часу математичними методами, він розв'язував надскладні задачі, застосовуючи інноваційний метод геометричного мислення. Також нетиповим для його епохи було поєднання як теоретичних, так і практичних досліджень, що заклали основи емпіричного методу й початку інженерії та конструювання.

Ще одним титаном античної науки є Піфагор Самоський. Усі пам'ятають знамениту теорему Піфагора: сума квадратів катетів дорівнює квадрату гіпотенузи. Проте це далеко не єдине досягнення великого вченого. Піфагор є творцем сучасної філософії, він увів термін "філософ", був першим, хто назвав Всесвіт космо-

сом через його впорядкованість, був прихильником кулеподібної форми Землі, вважав вогонь ключовою стихією в центрі світу. Він вважав математику підмур'ям основоположних принципів світобудови. За вченням Піфагора, Бог – це кількість чисел, а все створене прив'язане до числових правил і пропорцій, які синтезовані в числі десять – досконалому числі. Водночас Піфагор відстоював ідею присутності гармонії скрізь у Всесвіті, не лише на фізичному, а й на моральному рівні. Він увів звичай застосовувати музику для очищення душі й практикував лікування нею. Піфагорійцями було відкрито гармонійні співвідношення октави, квінти та кварта, а також числові закони, що ними керують.

За Піфагором, душа є безсмертною й перевтілюється після смерті в інші живі істоти, зокрема у тварин. Піфагор є автором філософських творів "Про природу", "Про виховання", "Про державу", "Про світ", "Про душу". Учений увів загально визнані нині дедуктивний метод і метод доведення від супротивного.

Основним змістом піфагорійської математики є вчення про числа та їхні властивості. Найважливішою властивістю чисел піфагорійці вважали парність і непарність і першими розробили кілька класифікацій натуральних чисел. Піфагору приписують також інші теореми, зокрема про суму внутрішніх кутів трикутника. Він був обізнаний із трьома правильними багатогранниками: тетраедром, кубом і додекаедром.

2.1.1. Поняття античної науки

Можна сказати, що існують два крайні погляди в понятті науки, що перебувають у радикальній взаємній суперечності. За першим поглядом наука у власному розумінні слова народилася у Європі лише в XVI–XVII ст. у період, що зазвичай називають великою науковою революцією. Її виникнення пов'язане з діяльністю таких учених, як Галілей, Кеплер, Декарт, Ньютон. Саме до цього часу слід віднести народження власне наукового методу, для якого характерне специфічне співвідношення між теорією та експериментом. Тоді ж була усвідомлена роль математизації природничих наук – процесу, що триває до нашого часу й уже

захопив багато сфер знання, які стосуються людини та людського суспільства. Античні мислителі, строго кажучи, ще не знали експерименту, отже, не володіли справді науковим методом. Часто їхні висновки були значною мірою продуктом безпідставних спекуляцій, які не могли бути піддані перевірці. Винятком, мабуть, була лише математика, яка внаслідок своєї специфіки має суто уможливленний характер і тому зазвичай не потребує експерименту. Що ж стосується наукового природознавства, то його в давнину фактично ще не було, а існували лише слабкі зачатки пізніших наукових дисциплін, що були незрілими узагальненнями випадкових спостережень.

Глобальні ж концепції древніх про походження й будову світу ніяк не можуть бути визнані наукою: у кращому випадку їх слід віднести до того, що пізніше назвали натурфілософією.

Інший погляд не накладає на поняття науки скільки-небудь жорстких обмежень. На думку її adeptів, *наукою* в широкому сенсі можна вважати *будь-яку сукупність знань*, що має відношення до навколишнього реального світу. З цього погляду зародження математичної науки слід віднести до того часу, коли людина почала здійснювати перші, нехай навіть найелементарніші, операції з числами; астрономія з'явилася одночасно з першими спостереженнями за рухом небесних світил; наявність певної кількості відомостей про тваринний і рослинний світ може служити свідченням перших кроків зоології та ботаніки. Якщо це так, то ані грецька, ані будь-яка інша з відомих нам історичних цивілізацій не може претендувати на те, щоб вважатися батьківщиною науки, оскільки виникнення останньої відсувається кудись дуже далеко, у глиб століть.

Звертаючись до початкового періоду розвитку науки, можна встановити, що тоді мали місце різні ситуації. Наприклад, вавилонську астрономію слід було б віднести до прикладних дисциплін, оскільки вона ставила перед собою суто практичні цілі. Проводячи спостереження, вавилонські астрономи найменше цікавилися устроєм Всесвіту, дійсним (а не тільки видимим) рухом планет, причинами таких явищ, як сонячні й місячні затемнення. Ці питання, мабуть, узагалі не вставали перед ними. Їхне

завдання полягало в тому, щоб передбачати настання явищ, які б чинили сприятливий чи, навпаки, згубний вплив на долі людей і навіть цілих царств. Тому, незважаючи на наявність величезної кількості спостережень і досить складні математичні методи, за допомогою яких ці матеріали оброблялися, вавилонську астрономію не можна вважати наукою у власному розумінні слова.

Прямо протилежною була картина в Греції. Грецькі вчені, які відчутно відставали від вавилонян стосовно знання того, що відбувається на небі, одразу поставили питання про устрій світу загалом. Це питання цікавило греків не тільки заради практичних цілей, а само собою, його постановка базувалася суто на допитливості, яка значною мірою була властива жителям тодішньої Еллади. Спроби розв'язання цього питання зводилися до створення моделей космосу й на перших порах інколи мали спекулятивний характер. Якими б фантастичними не були ці моделі з нашого теперішнього погляду, їхнє значення полягало в тому, що вони передбачили найважливішу рису всього пізнішого природознавства – моделювання механізму природних явищ.

Щось аналогічне відбувалося в математиці. Ні вавилоняни, ні єгиптяни не розрізняли точні й наближені розв'язки математичних задач. Будь-який розв'язок, що давав практично прийнятні результати, вважався хорошим. Навпаки, для греків, що підходили до математики суто теоретично, мав значення передусім точний розв'язок, отриманий шляхом логічних міркувань. Це зумовило розробку методу *математичної дедукції*, що визначило характер розвитку всієї подальшої математики. Метод математичної дедукції означає перехід від загального до часткового згідно з деякими логічними правилами. Східна математика навіть у своїх вищих досягненнях, які тривалий час залишалися для греків недоступними, так і не підійшла до методу дедукції.

Отже, відмінною рисою грецької науки з моменту її зародження була її відносна теоретичність, прагнення до знання заради самого знання, а не тільки заради його практичних застосувань. На перших етапах існування науки ця риса зіграла, безперечно, прогресивну роль і здійснила великий стимулюючий вплив на розвиток наукового мислення.

2.1.2. Ознаки та специфіка античної науки

Існують чотири основні ознаки античної науки. Ці ознаки також є ознаками її відмінності від ненауки попередньої історії:

- *наука як вид діяльності з придбання нових знань*: для здійснення такої діяльності необхідні певні умови: спеціальна категорія людей, засоби для її здійснення й досить розвинені способи фіксації знань;

- *самоцінність* науки, її теоретичність, прагнення до знання заради самого знання;

- *раціональний характер науки*, що перш за все виражається в доказовості її положень і наявності спеціальних методів придбання та перевірки знань;

- *систематичність* (системність) наукових знань як за галузями, так і за етапами – від гіпотези до обґрунтованої теорії.

Звернувшись до античної науки в період її найвищих досягнень, можна знайти в ній риси, що принципово відрізняють її від науки Нового часу. Незважаючи на блискучі успіхи античної науки епохи Евкліда й Архімеда, у ній був відсутній найважливіший інгредієнт, без якого нині не можна уявити фізику, хімію, частково біологію. Цей інгредієнт – експериментальний метод у тому вигляді, у якому його створили творці науки Нового часу – Галілей, Ньютон, Гюйгенс. Антична наука розуміла значення дослідного пізнання, про що свідчив Арістотель, а до нього – Демокріт. Античні вчені добре вміли спостерігати навколишню природу. Вони досягли високого рівня в техніці вимірювань довжин і кутів, про що ми можемо судити на підставі процедур, розроблених ними, наприклад для з'ясування розмірів земної кулі (Ератосфен), вимірювання видимого диска Сонця (Архімед) або визначення відстані від Землі до Місяця (Гіппарх, Посідоній, Птолемей). Однак експерименту як штучного відтворення природних явищ, при якому усуваються побічні й несуттєві ефекти і який має на меті підтвердити або спростувати те чи інше теоретичне припущення, – такого експерименту античність ще не знала. Проте саме такий експеримент лежить в основі фізики та хімії – наук, що відіграють провідну роль у природо-

знавстві Нового часу. Цим пояснюється, чому широка сфера фізико-хімічних явищ залишилася в античності в полоні суто якісних спекуляцій, так і не дочекавшись появи адекватного наукового методу. Доречно повторити, що саме в античну епоху закладалися основи багатьох сучасних наук, зокрема історії. Багато із запропонованих в античні часи ідей і дослідницьких методів не втратили актуальності донині, маючи великий вплив на формування загальноприйнятих уявлень про навколишній світ. Зазначимо, що знання тенденцій розвитку історичних знань у минулі часи є важливим для розуміння сучасного стану історичної науки та її значення для суспільства.

Саме в античній культурі наука вперше в історії людства виділяється у самостійну сферу. Є всі підстави казати не просто про накопичення наукових знань (що концентрувалися зазвичай у руках жерців), а про розвиток професійної науки. Історична наука Стародавньої Греції передусім асоціюється з іменем Геродота, якого Цицерон назвав батьком історії. Він багато подорожував: відвідав Малу Азію, Стародавній Єгипет, Фінікію, різні міста балканської Греції, узбережжя Чорного моря, де збирав, зокрема, відомості про скіфів. Головна праця Геродота – "Історія", яка присвячена найважливішій політичній події грецької історії – грецько-перським війнам. Незважаючи на те, що "Історія" не завжди відрізняється цілісністю та повною науковістю, факти, що наводяться в ній, переважно достовірні. Важлива праця Геродота також для вивчення минулого народів, що жили на території сучасної України. Саме Геродот дає перший в античній літературі системний опис життя і побуту скіфів.

Першою дійсно історичною працею є твір молодшого сучасника Геродота – Фукідіда (460–396 до н. е.), який теж має назву "Історія". У цій роботі вперше поставлено питання про мету та методи історичного дослідження. Фукідід вважав, що на відміну від поетів, які оспівують історичні події з перебільшеннями та прикрасами, і прозаїків, які складають свої розповіді в турботі не стільки про істину, скільки про приємне враження для слуху, історик повинен шукати істину. Він уперше поставив питання про історичні джерела та їхню критику. Якщо Геродота вважа-

ють батьком історії, то Фукідіда можна назвати батьком джерелознавства, оскільки його "Історія" ґрунтувалася на багатьох джерельних документах – договорах, деклараціях, законах, листах, власних спостереженнях. Щоправда, інколи автор сам створював фіктивні промови учасників Пелопоннеської війни, а потім аналізував їх. Проте в античній історіографії не завжди проводилося чітке розмежування між реальністю і фантазією. Написання історичних праць було формою творчості, яка допускала значні вольності у викладенні фактів. Багато мислителів використовували форму історичного оповідання для ілюстрації або доведення правильності власних ідей. Наприклад, Платон (428–347 до н.е.), посилаючись на свідчення жерців Єгипту, описав країну, яка нібито існувала в далекому минулому – Атлантиду. Тим самим він створив таємницю, яка досі викликає суперечки. Неясно, чи йшлося про літературний прийом, що дозволив Платону описати ідеальний у його баченні устрій держави, або ж про реальну високорозвинену цивілізацію. Не виключено, що в міфі про Атлантиду знайшли відгук відомості про деякі події давнини, але вони відбулися аж ніяк не в той час і не в тому місці, про які згадує Платон.

Головним предметом досліджень римської історіографії є історія Вічного міста, з яким співвідносилися ідеї республіки, а потім імперії, громадянської добродесності, традицій і звичаїв. У Стародавньому Римі історія як літературний жанр користувалася великим авторитетом. Автори історичних творів часто належали до верхівки суспільства, були політичними діячами чи воєначальниками. На їхні твори нерідко вагомо впливала політика. Хоча основним постулатом залишалось з'ясування істини, для римських авторів важливою була проекція подій на сучасність. У добу пізньої республіки у Римі відбувається розпад республіканських установ, систематичні обструкції на виборах, бездіяльність органів управління, у результаті чого стала втрачатися віра в міцність і доцільність традиційного державного устрою та відбулося падіння інтересу до політичного життя. На думку римських істориків, занепад Риму розпочався наприкінці III ст. до н. е., але особливо став помітний після закінчення Тре-

тьої Пунічної війни (146 р.) і був пов'язаний з появою захоплених багатств і рабів.

Загострення соціальної боротьби кардинально змінює ставлення суспільної верхівки до літературної праці. Швидко зростає історіографія, у якій публіцистичні завдання переплітаються з художніми. Проте історія була не стільки наукою, скільки одним з видів художнього оповідання й допускала певну частку вигадки для підвищення цікавості викладу.

Розпад старої ідеології відбувся в останні десятиліття римської республіки. Помірною консервативною позицією, останнім теоретиком якої був Цицерон, у 50-ті рр. I ст. уже не викликала колишньої зацікавленості. Цезар є автором "Записок про галльську війну", що написані простою і стислою мовою розповіді документального характеру, яка містить опис воєнних дій і детальну характеристику воєнної обстановки. Автор намагався довести, що всі війни в Галлії та експедиції до Британії були необхідні для забезпечення безпеки Римської держави і зміцнення її престижу. "Записки про громадянську війну", які є продовженням "Записок про галльську війну", мають більш суб'єктивний характер і теж є апологією його дій.

Одним з найвідоміших римських істориків є Тит Лівій, автор "Історії від заснування міста". У цьому творі він відповідно до стилістичних канонів і художніх смаків своєї епохи описав усю історію римського народу для увічнення системи моральних цінностей. Лівій глибоко переконаний, що амбіції окремої людини мають відступити перед традиціями, успадкованими від предків. Згідно з концепцією Лівія, римська історія розгортається як реалізація Божественної волі, зводиться до стоїчного провидіння, що може виявлятися як чудеса та знамення. Корнелій Тацит є автором історичних праць "Книга про життя Юлія Агриколи", "Про походження, становище, звичаї та народи Германії", "Історія" та "Аннали", у яких приділяє увагу не лише історичному, а й біографічному та етнографічному описам. Тацит готовий примиритися з монархічною формою державного устрою, до простого ж народу він відчутно ставиться зверхньо. Це породжено усвідомленням

імперської місії Риму, його величі й незмінної правоти щодо переможених народів, заснованих на праві сильного.

Вирішальне значення правителя в політичному житті імперії сприяло тому, що історіографія все частіше набувала рис біографічного жанру, здавна представленого в римській літературі. До біографічного жанру історіографії звернувся і Гай Светоній, автор праць "Життя дванадцяти цезарів" і "Про граматику і риторику". У них він зібрав біографії літературних діячів і римських імператорів.

Однією із ознак справжньої науки є її самоцінність, прагнення до знання заради самого знання. Ця ознака, однак, аж ніяк не виключає можливості практичного використання наукових відкриттів. Велика наукова революція XVI–XVII ст. заклала теоретичні основи для подальшого розвитку промислового виробництва й використання сил природи в інтересах людини. З іншого боку, потреби техніки виявилися в Нові часи потужним стимулом для наукового прогресу. Подібна взаємодія науки і практики стає з плином часу все тіснішою й ефективнішою. Нині наука перетворилася на найважливішу продуктивну силу суспільства.

В античну епоху подібної взаємодії науки і практики не було. Антична економіка, що ґрунтувалась на використанні ручної праці рабів, не потребувала розвитку техніки. З цієї причини грецько-римська наука, за небагатьма винятками (до яких належить, зокрема, інженерна діяльність Архімеда), не мала виходів у практику. З іншого боку, технічні досягнення античного світу у сфері архітектури, суднобудування, військової техніки не були пов'язані з розвитком науки. Відсутність такої взаємодії виявилася, за кінцевим рахунком, згубною для античної науки.

2.1.3. Специфіка античної науки на прикладі математики

В епоху античності рівень розвитку математики був дуже високий. Греки використовували накопичені у Вавилоні та Єгипті арифметичні й геометричні знання, але достовірних даних, що дозволяють точно визначити їхній вплив, а також вплив і традиції критсько-мікенської культури, немає. Історія

математики у Стародавній Греції, включаючи епоху еллінізму, поділяється на чотири періоди.

Іонійський період (600–450 до н. е.). У результаті самостійного розвитку, а також на основі певного запасу знань, запозичених у вавилонян і єгиптян, математика перетворилася на особливу наукову дисципліну, що спиралась на дедуктивний метод. Згідно з античними переказами саме Фалес поклав початок цьому процесу. Однак справжня заслуга у створенні математики як науки належить, мабуть, Анаксагору та Гіппократу Хіоському. Демокріт, спостерігаючи за грою на музичних інструментах, установив, що висота тону струни змінюється залежно від її довжини. Виходячи з цього, він визначив, що інтервали музичної гами можуть бути виражені відносинами найпростіших цілих чисел. Грунтуючись на анатомічній структурі простору, він вивів формули для визначення об'єму конуса та піраміди. Для математичної думки того періоду була характерною поряд з накопиченням елементарних відомостей з геометрії наявність зачатків теорії подвійності, елементів стереометрії, формування загальної теорії подільності й учення про величини та виміри.

Афінський період (450–300 до н. е.). Розвиваються специфічні грецькі математичні дисципліни, найзначнішими з яких були геометрія й алгебра. Метою геометризації математики, по суті, був пошук розв'язання суто алгебраїчних задач (лінійні та квадратні рівняння) за допомогою наочних геометричних образів. Він був зумовлений прагненням знайти вихід зі скрутного становища, у якому опинилася математика внаслідок відкриття ірраціональних величин. Було спростоване твердження, що співвідношення будь-яких математичних величин можуть бути виражені через відносини цілих чисел, тобто через раціональні величини. Під впливом творів Платона і його учнів Теодор Киренський і Теетет займалися розробкою проблеми несумірності відрізків, у той час як Евдокс Кнідський сформулював загальну теорію відносин, яку можна було застосовувати також для ірраціональних величин.

Елліністичний період (300–150 до н. е.). В епоху еллінізму антична математика досягла вищого ступеня розвитку. Протя-

гом багатьох століть основним центром математичних досліджень залишався Олександрійський музейон. Біля 325 р. до н. е. Евклід написав твір "Початки" (13 книг). Будучи послідовником Платона, він практично не розглядав прикладні аспекти математики. Їм приділяв особливу увагу Герон Олександрійський. Тільки створення вченими Західної Європи в XVII ст. нової математики змінних величин виявилось за значенням вище того внеску, який Архімед зробив у розробку математичних проблем. Він наблизився до аналізу нескінченно малих величин. Поряд із широким використанням математики у прикладних цілях і застосуванням її для розв'язання проблем у галузі фізики та механіки знов виявилась тенденція приписувати числам особливі, надприродні якості.

Завершальний період (150–60 до н. е.). До самостійних досягнень римської математики можна віднести лише створення системи грубо наближених обчислень і написання кількох трактатів з геодезії. Найбільш значний внесок у розвиток античної математики на заключному етапі вніс Діофант. Використавши, імовірно, дані єгипетських і вавилонських математиків, він продовжив розробку методів алгебраїчних обчислень. Поряд із посиленням релігійно-містичного інтересу до чисел тривала також розробка справжньої теорії чисел. Цим займався, зокрема, Нікомах Герасський. Загалом в умовах гострої кризи рабовласницького способу виробництва і переходу до феодалної формації в математиці спостерігався регрес.

Отже, вивчаючи специфіку науки в період античності, можна дійти висновку, що античні наукові погляди мали істотну гуманітарну складову як за формою, так і за змістом. Науковим працям надавали вигляд літературних творів, вони носили відбиток міфологічності, романтизму, мрій. В античному світі виникали умоглядні побудови, здогадки, ідеї, що набули розвитку в пізніші часи. До таких ідей можна віднести, наприклад, гіпотезу про геліоцентричної устрій світу, атомізм. Виникла традиція наукових шкіл, першими з яких були Академія Платона і Лікей Арістотеля. У період античності наука виникає як відокремлена сфера духовної культури. З'являється особлива група людей, що

спеціалізуються на отриманні нових знань, знання стають системними, значною мірою теоретичними та більш раціональними. Природничі науки існували у формі натурфілософії, що була невіддільною від власне філософії.

Учені античного світу були енциклопедистами, носіями як гуманітарних, так і природничо-наукових знань. Експериментальна база природничих наук була вкрай обмежена. У методологічному сенсі важливим досягненням античності є створення дедуктивного методу досліджень, закріпленого в найбільш закінченому вигляді в "Логіці" Арістотеля, і аксіоматичного методу викладення наукових теорій, використаного вперше в "Початках" Евкліда. Формальна логіка Арістотеля, збагачена новими правилами, називається зараз традиційною. На її основі виникла математична логіка. Як міждисциплінарна наука формується математика, що використовується при розв'язанні як наукових, так і прикладних задач.

Ще раз зазначимо, що наука виникла з практичних потреб людства. Ці потреби пов'язані з розвитком землеробства, будівельної техніки, мореплавства, ремесел. Як наслідок, уже в античну епоху складаються перші теоретичні системи знань у галузі геометрії, механіки, астрономії (Евклід, Архімед, Птолемей), розвивається натурфілософська концепція атомізму (Демокрит, Епікур), робляться спроби аналізу закономірностей суспільства і мислення (Арістотель, Платон, Геродот).

2.2. Середньовіччя

Завоювання Римської імперії в V ст. варварами призвело до занепаду міської античної культури. Варвари (від грец. *barbaroi* – "іноземці") руйнували міста, знищували пам'ятки античного мистецтва, бібліотеки, вони стали причиною розірвання торговельних й політичних зв'язків. Відбулося повернення до натурального господарства.

Християнство, яке впродовж трьох століть переслідувалося, стало у 313 р. державною релігією (Константинополь) і заповнило порожнечі в старих культурах, зруйнованих частою зміною

імператорів. У V ст. воно стало останньою надією деморалізованих римлян.

Християнство виявилось ідеологією, придатною також і для завойовників, оскільки проголошувало божественність влади взагалі, а не конкретних її представників. Спочатку, правда, деякі варвари (вестготи й лангобарди) прийняли не той варіант християнства (аріанство), який став панівним у Західній Європі, але після VII ст. їх було силою повернуто до католицизму.

В епоху Середньовіччя відносно високого рівня досягли освіта і наука. Що стосується освіти, то саме шкільна й університетська наука ще трималася на достатньо високому рівні. Клірики навчалися в єпископських і монастирських школах, у яких на початку VI ст. Северин Боецій увів поділ "семи вільних мистецтв" на дві частини: тривіум (три шляхи знання – граматики, риторика і діалектика) і кведріум (чотири шляхи знання – геометрія, арифметика, астрономія та музика). У XI–XII ст. на базі таких шкіл виникли університети.

Мабуть першою треба згадати Салернську медичну школу, яка виникла у IX ст. в італійському місті Салерно. Вона не дарма претендує на звання першого вищого освітнього закладу у Європі, хоча не мала назву "університет". Навчання в школі велось протягом дев'яти років: перші три роки вивчали логіку, потім протягом п'яти років – теорію медицини, а наприкінці – рік практичного навчання.

З часом школа стала взірцем для викладання медичних наук в інших навчальних закладах. У XII ст. імператор Священної Римської імперії Фрідріх II постановив, що отримати ліцензію лікаря в його володіннях можна тільки в цьому навчальному закладі. До речі, школа зберегла традиції античної медицини та інколи називалася "Civitas Hippocratica" – "Спілкування Гіппократа".

Стосовно юриспруденції нині можна стверджувати, що взагалі поява західних правових систем Нового часу в кінці XI і в XII ст. була тісно пов'язана з виникненням перших європейських університетів. Тоді вперше в Західній Європі право викладалось як чітко окреслена й систематизована система знань, наука, у якій окремі юридичні рішення, норми та законодавчі акти

вивчались активно і пояснювались з погляду загальних принципів та істин, базових для всієї системи загалом. У кінці XI ст. право на Заході стало вивчатись і викладатись як окрема наука, хоча домінуючі правові порядки тільки почали відокремлюватись від політики та релігії.

Знову відкриті тексти римського права були переписані. У кінці XI ст. їх почали вивчати в різних містах Італії та інших країнах. Студенти об'єднувались і наймали на рік учителя, щоб він пояснював їм ці тексти. Юридично такі об'єднання набували форми партнерства професора і студентів. Особливо популярним став учитель Іварнерій (хоча в історію він увійшов під іменем Ірнерія), який почав викладати в Болоньї приблизно в 1087 р. Студенти приїжджали до нього з усієї Європи. Його школа пережила його. За сучасними оцінками, у Болоньї в XII–XIII ст. одночасно вивчали право до 10 тис. студентів.

У 1200 р. у Франції був заснований Паризький університет. У XII ст. з'явилися також інші університети, наприклад Оксфордський та Кембриджський в Англії, академія в Аахені (сучасна Німеччина). З XIV ст. географія університетів розширюється. Набувають розвитку колегії (звідси – коледж). Спочатку так називалися гуртожитки студентів, але поступово колегії ставали центром знань, лекцій, диспутів. Заснована у 1257 р. духовником французького короля Габеротом де Сорбон колегія, яка отримала назву "Сорбонна", помалу розрослася й так закріпила свій авторитет, що за її ім'ям став називатися весь Паризький університет.

З розвитком шкіл та університетів збільшився попит на книги. У ранньому Середньовіччі книга була предметом розкоші. Книги писали на пергаменті. Листки пергаменту зшивалися за допомогою тонких міцних шнурів і поміщалися в палітурку з дощок, обтягувалися шкірою, інколи були прикрашені коштовним камінням і металами. Написаний переписувачами текст прикрашався намальованими великими літерами-ініціалами, заставками, а пізніше – чудовими мініатюрами. З XII ст. книга стала дешевшою, почали відкриватися міські майстерні з переписування книг, над якими працювали вже не монахи, а ремісники.

Наука в середні віки була переважно книжною справою. Вона спиралась на абстрактне мислення й лише незначною мірою – на експеримент, оскільки ще не ставила перед собою прагматичної мети, не втручалася у природний перебіг подій, а намагалася зрозуміти світ у процесі спостереження. У середньовічній науці виділяють чотири напрями. Перший – фізико-механічний, ядром якого було вчення про рух на основі натурфілософії Арістотеля. Другий – учення про світло: оптика була частиною загальної доктрини – метафізики світла. Третій – наука про живе: вона охоплювала комплекс питань про душу як джерело рослинного, тваринного й людського життя, також у дусі Арістотеля. Четвертий напрям стосувався астролого-медичних знань, у тому числі алхімії. Своєрідність алхімії полягала в тому, що вона об'єднувала в певну цілісну систему наукові узагальнення та фантазію, раціональну логіку й міфологію, будучи найбільше пов'язана із особливостями середньовічного мислення. В алхімії разом виявляються нераціоналістична й раціоналістична тенденції середньовічної культури Заходу.

Видатним на той час популяризатором науки був Ібн Сіна (Авіцена) – лікар, філософ (980–1037). Дитинство та юність він провів у Бухарі, де під керуванням учителів вивчав філософію, математику, медицину й розпочав наукову та лікарську діяльність. Слава про нього як лікаря зростала дуже швидко. Він був запрошений до хворого еміра Нух ібн Мансура, за успішне лікування якого Ібн Сіні було дозволено користуватися найбагатшими книгосховищами еміра. Тут він займався медициною. Основна медична робота Ібн Сіни – "Канон лікарської науки", над якою він працював багато років.

"Канон" є фундаментальною енциклопедією медичних знань епохи східного Середньовіччя. У роботі викладені теорія медицини (анатомія, фізіологія, симптоматологія), учення про лікарські речовини, приватна патологія і терапія. Послідовно проводилась думка про профілактику хвороб, роль фізичних вправ в укріпленні здоров'я, розглядалися питання гігієни та дієтетики, гігієни житла, описувалося лікування ран і травм, кровопускання (показання та протипоказання). Рани Ібн Сіна рекомендував обробляти віном.

Відомі грецьким, індійським лікарям давності, лікарські методи він доповнив новими. Його робота "Канон" перевидавалася 35 разів у другій половині XVII ст. і вважалася на одному рівні з роботами Галена, за працями якого викладалася медицина. Ібн-Сіна також був талановитим популяризатором науки, майстром поетичного складу. До нас дійшли деякі його рубаї.

За Середньовіччя з появою феодалізму розвиваються (особливо в країнах арабського сходу, єврейської громади Кордови, Середньої Азії) позитивні наукові ідеї в галузі математики, астрономії, фізики, медицини, історії та інших наукових дисциплін (Ібн Сіна, Ібн Рушді, Біруні та ін.). У Західній Європі відбувається процес нагромадження фактичного матеріалу в біології, робляться спроби розвитку елементів математики і дослідного природознавства (Роджер Бекон, Альберт Великий та ін.).

2.3. Відродження

2.3.1. Передумови формування нової науки

У XVI ст. виникли необхідні соціальні, технічні й теоретичні передумови становлення як науково-технічного знання зокрема, так і всієї науки в сучасному її розумінні. XVI ст. відкрило період розвитку суспільства, що характеризувався піднесенням матеріального виробництва та економічних відносин від ремесла до промисловості у формі мануфактури. XVII ст. для більшості європейських держав було століттям перемоги нових економічних – капіталістичних – відносин.

Наукова революція на першому етапі спричинила промисловий підйом кінця XVI – початку XVII ст., який, у свою чергу, був необхідним для наступного етапу наукової революції XVII ст. Через обмеженість ресурсів, що задовольняли економіку Середньовіччя, велися інтенсивні пошуки нових ресурсів і нових технічних прийомів. Цілеспрямований пошук і розробка двигунів визначили нову тенденцію в розвитку техніки та механіки. Річ у тім, що мануфактури, які розвивалися, потребували все більших витрат енергії для роботи агрегатів і механізмів.

Для того щоб підтримувати роботу верстата, уже було недостатньо мускульної сили робітника, а потрібен був досить сильний двигун. Таким став водяний двигун.

Бурхлива винахідницька діяльність стала визначальною особливістю цього історичного періоду. Унаслідок того, що розвиток суспільного виробництва узаконив прибуток, змінилося суспільне ставлення до всього нового. З'явилася можливість купівлі-продажу наукових ідей і технічних знахідок. Кінець XVI – початок XVII ст. був часом появи перших винахідників. Вони не лише розповідали про чудові машини, а й створювали їх за певну винагороду. Винахідництво виходило за межі потреб виробництва своєї епохи і давало поштовх для розвитку нових галузей техніки. Завдання технічного прогресу розв'язувались не лише силами винахідників, а й при активній участі вчених, багато з яких були одночасно інженерами та конструкторами.

Участь у розв'язанні практичних технічних проблем збагачувала вчених новим досвідом, завдяки якому було створено нові підходи в науковому пізнанні, зокрема використання приладів. Створення приладів як одного із засобів розвитку наукового пізнання залежало від рівня технічної озброєності суспільства. Кінець XVI – початок XVII ст. – це час створення мікроскопа, що дало великий поштовх пізнанню невидимого досі світу живих організмів – мікробів. На початку XVII ст. були створені підзорна труба і телескоп, а вже у другій половині цього століття голландські оптики впроваджують торгівлю ними. Близько середини XVII ст. був створений інструмент для вимірювання атмосферного тиску – барометр.

Упровадження технічних засобів у сферу наукового пізнання надало йому нового характеру, спричинило виникнення експерименту як провідного методу. Слід зазначити, що матеріальне оснащення нової епохи було ще найпростішим. Наприклад, телескопи мали великі розміри та багато коштували.

Усе інше обладнання – реторти, ваги, мікроскопи, деякі інструменти для анатомії, термометри, барометри та інші пристрої – становило головний інструментарій величних відкриттів у всіх галузях науки.

Виникнення експериментального наукового пізнання стає найзначнішою подією наукової революції XVI–XVII ст. Воно було уможливлено принциповою зміною статусу механіки в пізньому Середньовіччі. До певного часу (XIV ст.) технічні пристрої, прилади тощо сприймалися як мистецтво омани, чудо, а не як засіб пізнання, аргумент у науковій дискусії. Проте згодом з'являється теоретична світоглядна основа для розгляду винайдених людиною пристроїв не як сторонніх, чужорідних природі, а як однорідних, тотожних їй. Отже, з'явилася можливість бачити в експерименті засіб пізнання природи.

Важливою передумовою експериментального наукового пізнання було створення необхідних умов для точного вимірювання. У науці аж до епохи Відродження вважалося неможливим будь-яке точне вимірювання. Згодом наукове пізнання стає практичним конструюванням об'єкта, тобто власне експериментом, у якому суб'єкт завжди активний. Експерименти XVII ст. мали довести раціональний причинний зв'язок між причиною та наслідком. Прямим шляхом цей зв'язок доводився механічними дослідженнями, інколи – оптичними, хімічними, фізичними. В основі експерименту природознавства XVII–XVIII ст. була думка про механічний причинний зв'язок між явищами.

Отже, не експеримент означав початок нової епохи в природознавстві, а його особливості, незнані в минулому та пов'язані з механічним характером тієї картини світу, що перевіряться, формувались, розвивались і ускладнювались за допомогою експерименту.

Ще одна відмінність полягала в тому, що ідеалом науки стала концепція природи, яка пояснювала всю сукупність явищ лише *рухом і взаємодією тіл*.

Із XVII ст. аж до першої половини XIX ст. наука пояснювала будь-яке явище за допомогою уявлень про деякі невагомні матерії (ефір, теплород). Цей спосіб запозичений з механіки.

Закріплення в університетах природничо-наукових дисциплін і збільшення їхньої кількості сприяло посиленню тенденцій до політехнізації навчання, оскільки до змісту природничих наук тоді входили також прикладні знання. У XVII ст. у Європі не було спе-

ціально організованих інститутів, які б мали розробляти та практично застосовувати наукові знання про техніку. Підготовка технічних кадрів стримувалась позицією університетів, які тривалий час зберігали прихильність до середньовічної системи навчання. Спеціалізовані технічні школи ще тільки формувалися.

Наукова діяльність, що вже набула систематичного характеру, вимагала нових умов фінансування досліджень. Їхня реалізація відбувалася шляхом створення особливого наукового закладу – Академії. На відміну від академій попереднього періоду, що мали переважно гуманітарну спрямованість, головним напрямом діяльності стають природничо-наукові дослідження. Академії виникають у Римі (1603 – Товариство вчених, Академія Лікеїв), Флоренції (1657 – Академія дослідів), Лондоні (1660 – Лондонське королівське товариство для розвитку знань, у майбутньому – Британська академія наук), Парижі (1666 – Академія наук), Берліні (1700 – наукове товариство, у майбутньому – Академія наук), Києві (1701 – Києво-Могилянська академія, або братство), Петербурзі (1725 – Російсько-Петербурзька академія наук) тощо. Нові академії стали основною формою організації науки.

Починаючи із XVII ст. наука набуває рис соціального інституту, що створювався на периферії основних соціальних інститутів. Цей процес інституалізації науки, що завершився в XIX ст., відбувався включенням наукових закладів до системи політичних інститутів за умов надання наукою гарантій про неутручання в справи (держави, церкви) виховання людини. Ці гарантії були закладені в статuti академій, товариств тощо. Заснування Лондонського королівського товариства та Академії наук у Парижі поклато початок інститутам, що визначали наукові норми та здійснювали соціальний контроль за їхнім виконанням. Зі свого боку, держава та суспільство брали на себе витрати на забезпечення наукових досліджень, підготовку кадрів, відродження наукових інститутів. Включення науки в політичну структуру суспільства давало їй політичну протекцію, а вченим – престиж.

Науковий рух XVII ст. уже певною мірою перебував під впливом соціальних цінностей. Він передбачав таку соціальну структуру науки, у межах якої наукова діяльність хоча б нормативно від-

повідала вимогам суспільного, морального прогресу, освіти. Завдяки інституалізації науки її діяльність була підпорядкована традиціям системи освіти. Унаслідок цього з'явилися наукові інститути, діяльність яких була зосереджена на наукових дослідженнях і врешті-решт зумовила виникнення уявлень про "чисту науку". Історично інституалізація науки спричинила формування особливого типу знання про світ, яке не мало соціального виміру.

2.3.2. Галілео Галілей як творець нового природознавства

У пошуках причин руху фізика була єдина, але різними були шляхи цього пошуку. Схоластика шукала "силу діючу" як субстанцію, що діє своїми якостями. Розвиток теоретичного змісту фізичних знань був пов'язаний з поступовою зміною змісту понять "тіло", "рух", "матерія" тощо тогочасної фізики.

У XV ст. виникла фізика імпульсу (кількості руху), а наприкінці наступного століття вона стала широко відомою. Представником фізики імпульсу був Джованні Бенедетті, його цікавило питання про причини збільшення швидкості тіл, що падають, він ближче за всіх підійшов до відкриття закону інерції. Поняття імпульсу було введено у фізику для пояснення метального руху і розумілося як збережена сила, яку надає двигун кинутому тілу і яка рухає його впродовж деякого часу. Величина імпульсу пропорційна швидкості, з якою двигун рухає тіло в момент кидання, і масі кинутого тіла. У фізиці цього періоду імпульс розглядався як певний вид якості, схожий, наприклад, з теплотою: подібно до того, як нагріте тіло поступово охолоджується і втрачає теплоту, кинуте тіло в міру руху витрачає наданий йому імпульс. Цей імпульс витрачається на подолання інертності тіла – його тенденції до спокою. Отже, інерція тіла у фізиці імпульсу є тим, що сприяє припиненню руху, тобто витрачання імпульсу. Спочатку поняття імпульсу вживалося для пояснення вимушеного руху. Однак поступово його стали застосовувати також для пояснення вільного падіння тіл, тобто природного руху. Фізика імпульсу впритул підійшла до відкриття закону інерції.

За аристотелевою традицією у фізиці існувало уявлення про неперервний рух як рух по колу, а водночас і про коло як найдосконалішу фігуру. Дж. Бенедетті зробив спробу переглянути аристотелеву тезу про те, що прямолінійний рух не може бути неперервним. За допомогою геометричних міркувань він довів, що рух по прямій може бути неперервним, причому на обмеженому відрізку прямої. Модель, яку Дж. Бенедетті використав у своєму доведенні, дозволила йому стверджувати, що стан спокою, у якому начебто перебуває тіло, рухаючись уздовж нескінченного відрізка прямої, є лише видимістю. Насправді те, що сприймається як спокій, є рухом з нескінченно малою швидкістю. Доведення Дж. Бенедетті дали змогу зробити висновок, що відбиттям неперервного руху по колу на пряму лінію є проекція руху маятника. Маятник став моделлю першого та найдосконалішого руху – руху небосхилу, але не такого, яким він є насправді, об'єктивного, а такого, яким його спостерігають, тобто ілюзорного. Завдяки зоровій ілюзії рух маятника замінив рух по колу Арістотеля, а маятник перетворився на головну модель механіки наступного, галілеєвого періоду.

Галілео Галілей завершив наукові зрушення XVI ст. і заклав підвалини наукової революції, перехід до XVII ст. Галілей зайнявся проблемами копернікової теорії й написав свої найважливіші праці: "Діалог про дві системи світу – Птолемеєву та Копернікову" ("Діалог") і "Бесіди та математичні докази, що стосуються двох нових галузей науки, які належать до механіки та локального руху" ("Бесіди").

Експерименти Галілея були чи не найпершими експериментами в новій науці. Вони відрізнялися від експериментів схоластів XIII ст. передусім тим, що були більше дослідницькими, ніж ілюстративними, а ще більшою мірою – своїм кількісним характером, який дозволив пов'язати їх з математичною теорією.

Галілей висунув аргумент, що для формулювання чітких суджень щодо природи вчені повинні враховувати тільки об'єктивні властивості, тобто такі, що піддаються точному виміру (форма, розмір, кількість, вага, рух). А ті властивості, що доступні тільки сприйняттю (колір, звук, смак тощо), залишаються поза

увагою дослідника як суб'єктивні. Достовірні знання можна отримати лише в результаті кількісного аналізу.

Галілей започаткував у науці традицію систематичної орієнтації на дослід у поєднанні з його математичним осмисленням. Експеримент – це дослід, який здійснюється планомірно, через посередництво якого дослідник задає природі запитання, що його цікавлять. Потрібні йому відповіді можна отримати шляхом дедуктивно-математичного осмислення результатів дослідження. Цей найважливіший аспект методології Галілея реалізувався через ідею систематичного використання методів аналізу і синтезу, які взаємодоповнюють один одного. Галілей указав на застосування в науковій площині дослідно-індуктивного та абстрактно-дедуктивного способів дослідження природи, що дало можливість зв'язати наукове мислення на засадах абстрагування та ідеалізації з конкретним сприйняттям явищ і процесів природи.

За часів Галілея найбільш розробленим розділом фізики була статика – наука про рівновагу тіл під дією прикладених до них сил. Засновником статички був Архімед, якого Галілей вважав своїм учителем. Галілей розробив динаміку – науку про рух тіл під дією прикладених сил. Тут доводилось починати з початку. Необхідно було встановити основні поняття (швидкість, прискорення, переміщення), дати наукову класифікацію руху, і, зрештою, вивчити причини, які зумовлюють той чи інший вид руху, тобто встановити закони динаміки. Ці причини крилися не лише в зовнішніх фізичних обставинах, а й у внутрішніх властивостях тіла, яке рухається. Необхідно було розкрити, що залежить від внутрішніх властивостей тіла, а що від зовнішніх обставин; це означало, урешті-решт, установаження таких понять динаміки, як маса та сила.

Проте в епоху Галілея обговорення цих понять ще не розгорнулося. Однак він близько підійшов до ідеї інерції, сформулював поняття відносності руху. Завдяки Галілею гіпотеза Коперника стала перетворюватись на теорію.

Розвиток динаміки розпочався із дослідження Галілеєм найпростіших видів руху – вільного падіння тіл і руху тіл нахиленою площиною. Галілей довів помилковість уявлень Арістотеля про

механічний рух і встановив низку основних положень динаміки стосовно досліджуваних ним випадків механічного руху, які при подальшому узагальненні ввійшли в основи класичної механіки.

У ранній період творчості Галілей спирався на теорію імпульсу. У трактаті "Про рух" він критикував аристотелеву динаміку з погляду динаміки імпульсу, а згодом надав їй тієї форми, яка містила принцип інерції.

Галілей сформулював уявлення про вільне падіння тіл. Прискорення падіння він пояснював силою тяжіння. Це дуже важлива для науки обставина: у поясненні використано поняття сили. У природному прискореному русі тіло отримує однакове прискорення під дією певної сили, хоча швидкість його в кожний момент різна: дія сили на тіло не залежить від стану його руху. Отже, усі тіла, що падають вільно, мають однакове прискорення. Швидкість у такому падінні зростає пропорційно часу. Галілею також належить пріоритет у постановці питання про швидкість світла та у спробі розв'язати цю проблему дослідним шляхом.

Для того, щоб показати об'єктивну істинність системи Коперника, треба було спростувати закони руху фізики Арістотеля, за якими тіла, що перебувають у русі без будь-якого впливу ззовні, прагнуть до стану спокою. Тому всі рухомі тіла в земній атмосфері, жорстко не зв'язані із Землею, мусили б відставати від Землі під час її обертання навколо осі. Це заперечення Коперник спростував філософськими міркуваннями, а підтвердити експериментально й математично припущення Коперника взявся Галілей. На основі багатьох виконаних дослідів він установив один із основних законів динаміки – закон інерції, згідно з яким тіла зберігають стан руху і без впливу зовнішніх сил зовсім не переходять до спокою або якогось іншого стану. На основі цього закону Галілей установив, що при рівномірному і прямолінійному русі будь-яких тіл явища відбуваються на них так само, як і на тілах, що перебувають у стані спокою. Унаслідок того, що Земля обертається навколо своєї осі досить повільно, її рух можна вважати приблизно рівномірним і прямолінійним.

Галілей відкинув твердження Арістотеля про те, що всі тіла намагаються досягти місця, яке відведене їм природою, а якщо

відсутній зовнішній імпульс, який постійно відтворюється, то рух зупиняється. Галілей вважав, що тіло, яке рухається, намагається бути в постійному русі, якщо тільки яка-небудь зовнішня причина не зупинить його або не відхилить. Таким чином, він відстоював ідею руху Землі. Галілей доводив, що Земля, яка рухається, автоматично передає свій рух усім предметам або металевим снарядам, отже, загальний інерційний рух залишається непомітним спостерігачу, який також перебуває на Землі.

Математичний аналітичний метод Галілея зумовив механістичний світогляд, поклав край якісному поясненню природи, яке панувало в натурфілософії та схоластиці. Натурфілософське пізнання ґрунтувалося на засадах органіцизму (аналогії між організмом і природою), у Галілея ж воно замінюється причинно-детерміністичним. Особливе значення мали відкриття Галілея в галузі механіки. На засадах критики аристотелевої фізики він створив програму побудови нового природознавства.

Центром фізики Арістотеля було вчення про рух. Для його розуміння важливим є поняття простору, який, за Арістотелем, є місцем, межею того, що охоплюється, з тим, що охоплює, тобто тіло перебуває в певному місці, зовні якого є інше тіло, яке його охоплює. Наприклад, відповідно до вчення Арістотеля про елементи, Земля міститься у воді, вода – у повітрі, повітря – у ефірі, а ефір – у нічому. Простір є надмірним, що зумовлено якісною межею між об'єктом і оточуючим середовищем.

Рух також визначається якісною природою його носія. Наприклад, вогонь за природою рухається вгору, а проти природи – донизу, тобто існує рух природний і примусовий. Важкі тіла, за Арістотелем, завжди рухаються до центра, а легкі – на периферію. Галілей відкинув такі абстрактні твердження. Він довів, що якщо середовищем руху є не повітря, а вода, то деякі важкі тіла стають легкими через те, що рухаються догори. Отже, рух тіл угору й донизу залежить від їхньої питомої ваги відносно середовища, а не від їхнього призначення.

Арістотель вважав, що важке тіло має падати з більшою швидкістю, ніж легке, через притаманний йому стихійний потяг до центра Землі як свого природного місця перебування. Те тіло,

яке важче, має сильніший потяг. Галілей на підставі математичних доказів у фізичних дослідах спростував цю гіпотезу, а потім сформулював закон постійного прискорення для руху тіл, що падають, руху, що не залежить від ваги та складу тіл.

Галілей дав раціональну класифікацію руху на вимушений і природний. Усе, що відбувається в природі, має відбуватися за законами природи – це основна ідея нового наукового світогляду. Галілею належить поділ руху на рівномірний і нерівномірний. При цьому він обмежився розглядом рівномірного прямолінійного руху і дав чітке визначення його як такого, при якому відстані, що проходять рухомі тіла за рівні проміжки часу, рівні між собою.

Математичне пояснення експериментів Галілея над тілами, що падають, виявилось важливішим, аніж самі досліди. Галілей використав певні математичні ідеї, поєднуючи їх із точним експериментом. Тим самим він створив перший зразок методів сучасної фізики, які успішно розвивалися в майбутньому.

У 1600 р. за допомогою спеціально сконструйованого телескопа Галілей зробив блискучі астрономічні відкриття: дослідив форму Місяця, відкрив супутники Юпітера, фази у Венери та плями на Сонці. На черзі у фізиці та астрономії постало питання насамперед про систему відліку.

Стара астрономія знала абсолютний спокій і абсолютний рух. Тіло, яке покоїться відносно Землі – абсолютно покоїться, яке рухається – абсолютно рухається. Коперник перший перемістив точку відліку на Сонце й описав астрономічні явища з погляду сонячного спостерігача. Для фізики крок, зроблений Коперником, мав те фундаментальне значення, що він висунув питання про вплив зміни системи відліку на спосіб пояснення перебігу процесів, що вивчаються в цій системі.

Галілей як астроном, оцінивши переваги системи Коперника, мусив довести впроваджену систему відліку. Його аргументація на користь системи Коперника була настільки блискучою, що в науці виникла домовленість: систему відліку, пов'язану з центром сонячної системи, називати галілеєвою. Галілей установив факт великої принципової ваги: будь-яка система відліку, що перебуває в рівно-

мірному прямолінійному русі відносно галілеєвої системи, рівноправна з нею стосовно опису механічних процесів.

2.3.3. Ісаак Ньютон – засновник кількісної фізики

Природознавство другої половини XVII – першої третини XVIII ст. створило картину будови світу, яка була більш довшеною, ніж погляди попереднього періоду. Це стосується насамперед системи І. Ньютона. Завдяки механіці Ньютона картина світу стала вірогіднішою. Вона, однозначно узагальнюючи перевірені експериментом емпіричні знання, втратила наочну форму і базувалася на точних кількісних співвідношеннях. Це була механічна картина світу. Нерухомість природи в ній була пов'язана з методом і стилем ньютоніанства.

Найяскравішою постаттю, що уособлює природознавство XVII ст., цілком справедливо вважається англійський фізик і математик Ісаак Ньютон (1643–1727), який заклав теоретичні основи механіки й астрономії, зробив неабиякий внесок в оптику, започаткував новий напрям математичних досліджень. У 1687 р. Ньютон опублікував свою видатну працю "Математичні начала натуральної філософії".

Ньютон дав природознавству теоретичні конкретно-наукові знання у вигляді трьох фундаментальних законів руху (механіки): закону інерції, закону пропорційності сили прискорення та закону рівності дії протидії. Теоретичне збагачення механіки (фізики) відбулося також за рахунок аналізу й визначення основних понять: маси, сили, простору, часу, кількості руху тощо. Поняття "маса" та "сила" стають основою механіки Ньютона. Він першим розглядав масу як міру інертності й водночас як об'єкт притягання. У другому законі динаміки Ньютон упроваджує поняття про кількість руху як про векторну величину, що дорівнює добутку маси тіла на його швидкість. У цьому законі було вперше встановлено зв'язок між масою тіла, його прискоренням і силою, що діє на тіло, і показано спосіб визначення маси тіла. Окрім того, зазначене співвідношення було виражене в математичній формі. Це головне рівняння динаміки дало змогу як самому І. Ньютону, так і його послідовникам успішно розв'я-

зати багато нових важливих задач, у тому числі й тих, що стосувалися руху небесних тіл.

Сформулювавши закон всесвітнього тяжіння, Ньютон зробив неоціненний внесок у науку, хоча від пояснення причин і походження цього явища він відмовився.

Сутність теорії тяжіння Ньютона впливала зі знайдених Г. Галілеєм законів падіння, визначалась їхнім розвитком і застосуванням до всієї світової системи. Спираючись на теорію тяжіння, Ньютон довів обов'язковість відхилення форми Землі від кулеподібної, з'ясував траєкторію руху планет, розробив теорію морських припливів, визначив густину планет, дав повне пояснення не лише законам Й. Кеплера, а й деяким відхиленням від них, що відбуваються внаслідок взаємного тяжіння планет тощо.

Головною метою Ньютона було наочно показати, яким чином всесвітнє тяжіння може підтримувати систему світу. І зробив він це не старим, філософським, шляхом, а за допомогою нової, кількісної фізики. І. Ньютон намагався встановити такі начала природознавства, з яких строго й однозначно випливали б величини, одержані в астрономічних спостереженнях. Єдино правильне, абсолютно точне пояснення природи, що не має суперечностей, – таке завдання Ньютона. Тому він закликав "очистити науку" від кінетичних гіпотез і вивчити природу за допомогою законів, точність яких доведено експериментально. Методологічний принцип, який обстоював Ньютон: вважати за правильне лише те твердження науки, яке одержане з досвіду за допомогою індукції.

Наука за часів Ньютона ще не мала змоги створити однозначну та строго кінетичну картину, що пояснювала б макроскопічні сили. Тому для XVII ст. індуктивізм Ньютона був перебільшеною вимогою відмови від гіпотез на тій підставі, що вони не давали потрібного чіткого пояснення явищ природи. Фактично будівля ньютонівної механіки не могла бути створеною без гіпотетичних уявлень. Аналогічно й експериментальний метод у Ньютона зовсім не був суто емпіричним. Експеримент не може існувати в науці без якоїсь попередньої ідеї, без певного уявлення про причинний зв'язок фактів. Основою експериментів і спо-

стережень, з яких Ньютон виводив свої закони, була ідея, запозичена з кінетичної фізики. Механіка І. Ньютона спиралась на абстрактні категорії простору, часу, маси, сили тощо, їх не можна було отримати суто індуктивним шляхом із якихось певних експериментів.

Насправді І. Ньютон, який мав перед собою нерозчленовану, а тому хаотичну картину руху, виділив з неї прості абстракції ізольованого тіла, потім двох тіл, що діють одне на одне, і так далі, переходячи від більш абстрактних до менш абстрактних понять. Генезис класичної фізики розкрив неоднозначний зв'язок експерименту з вибором фізичної теорії.

Ньютонова космологія стала основою нового механістичного світогляду. На початку XVIII ст. кожна освічена людина знала, що Бог створив Всесвіт як складну механічну систему, яка складається з матеріальних часток, що рухаються в нескінченному нейтральному просторі відповідно до кількох основних принципів, які піддаються математичному аналізу, – таких як інерція та гравітація. У цьому Всесвіті Земля оберталася навколо Сонця й була однією з багатьох існуючих планет, а Сонце було лише однією з множини зірок. Ані Сонце, ані Земля не були центром Всесвіту. Світ земний і світ небесний підвладні однаковим фізичним законам, зникає їхнє розділення: небо визнається таким, що складається з матеріальної субстанції, а небесні рухи вважаються викликаними природними механічними причинами. Ця картина світу будувалася, виходячи з такого положення: після того, як Бог створив складний і впорядкований Всесвіт, він відійшов від подальшого активного втручання у природу з тим, щоби вона продовжувала існувати на підставі тих досконалих і незмінних законів, які були закладені в неї від часу створення світу. Людина в такій картині світу була вершиною творення, вона за допомогою свого розуму змогла проникнути в божественний задум і зрозуміти всесвітній порядок. З цього часу вона почала використовувати своє знання для власної користі та досягнення могутності.

2.4. Становлення сучасного природознавства

Виникнення капіталізму, розвиток промисловості й торгівлі, мореплавства й військової техніки стимулювали бурхливе зростання науки вже в епоху Відродження. Наука пориває з теологією, сприяючи утвердженню матеріалістичних ідей (Джордано Бруно, Леонардо да Вінчі, Френсіс Бекон). Великого поширення набуває експериментальне вивчення природи, обґрунтування якого мало революційне значення для науки. Справжній переворот відбувається в астрономії (Микола Коперник, Галілео Галілей).

У XVII–XVIII ст. створюються класична механіка, диференціальне й інтегральне числення, аналітична геометрія, хімічна атомістика, система класифікації рослин і тварин, стверджується принцип збереження матерії та руху (Ісаак Ньютон, Г. В. Лейбніц, Рене Декарт, Джон Дальтон, Карл Лінней та ін.). Одночасно відбувається подальше оформлення науки як соціального інституту, створюються перші європейські академії, наукові товариства, починається видання наукової періодичної літератури.

У зв'язку з промисловим переворотом кінця XVIII ст. почався новий етап у розвитку науки. Е XIX ст. виникли нові фізичні дисципліни (термодинаміка, електродинаміка класична), створюються еволюційне вчення і клітинна теорія в біології, формулюється закон збереження й перетворення енергії, розвиваються нові концепції в астрономії та математиці (Дж. К. Максвелл, М. Фарадей, Ж. Б. Ламарк, Ч. Дарвін, Т. Шванн, М. Шлейден та ін.).

2.4.1. Механіка

У XVIII–XIX ст. багато фізиків і філософів вдавалися до серйозного аналізу й перегляду вчення Ньютона про простір і час. З того часу, як основи класичної механіки набули завдяки Ньютону своєї завершеної форми, їхнє значення продовжувало залишатися предметом суперечок – принаймні до 1905 р. Боротьба розгорталася на найрізноманітніших ділянках науки й життя. Теорія перевірялася в експедиціях, астрономічних спостережен-

нях, обчисленнях математиків, обговорювалася у філософських і наукових дискусіях, викладалася в підручниках і монографіях.

Там, де у Ньютона йшлося про абсолютний простір і час, де він посилався при цьому на експерименти, деякі з його послідовників заявляли, що вони не потребують таких гіпотез. Доходило навіть до того, що вони зводили його другу аксіому до простого визначення; через це відмінність між математикою і фізикою як експериментальною наукою сильно зміщувалася за рахунок останньої, від якої було відділено так звану чисту механіку.

"Начала" Ньютона були викладені важкою геометричною мовою. Доведення були громіздкі та складні. У XVIII ст. у механіку проникають методи диференціального й інтегрального числення, які не наважився застосувати у своїй основній праці один із творців цих методів.

У XVIII ст. відбувалися не тільки перетворення методів ньютонівської механіки. Це століття відзначене пошуками загальних принципів механіки, еквівалентних законам Ньютона, або навіть загальніших, ніж ці принципи. У результаті пошуків було відкрито принципи можливих переміщень у статиці, принцип Д'аламбера та принцип найменшої дії Мопертюї – Ейлера в динаміці.

Історія цього принципу корінням сягає Герона Александрійського, його твердження про найкоротший час поширення світла, за допомогою якого Герон обґрунтував закон відображення. Ферма (1601–1665) застосував цей принцип до заломлення світла і сформулював закон заломлення світла, виходячи з постулату: природа діє найлегшими й найдоступнішими шляхами. Надалі цю ідею стосовно механіки розвивали І. Бернуллі (1667–1759) і П. Мопертюї (1698–1759). У сучасній редакції принцип Мопертюї стверджує: коли в природі відбувається якась зміна, то кількість дії, необхідна для цієї зміни, є найменшою з можливих.

Використовуючи оптико-механічну аналогію, В. Р. Гамільтон (1805–1865) застосував принцип найменшої дії в механіці до розгляду конкретних явищ. Трохи згодом і незалежно від Гамільтона принцип найменшої дії розвиває М. В. Остроградський (1801–1862), який розповсюдив його на ширше коло явищ. Цей принцип став могутньою математичною зброєю фізики й широ-

ко використовується в роботах Максвелла, Гельмгольца, Умова, Ейнштейна, де Бройля, Шредінгера та інших учених.

2.4.2. Виникнення та розвиток електродинаміки

У 1801 р. А. Вольта (1745–1827) вперше продемонстрував на урочистих зборах Французького інституту джерело електричного струму, яке він винайшов. Це дало поштовх для виникнення нової галузі – електромагнетизму.

Важливі кроки в цьому напрямі зробив данський фізик Х. К. Ерстед (1777–1851). У 1830 р. він продемонстрував вплив електричного струму на магнітну стрілку.

У тому ж 1820 р. французький фізик А. Ампер (1775–1836) виступив з повідомленням про нове явище – взаємодію двох провідників, по яких тече струм. У цьому ж повідомленні Ампер уперше висловив думку про електричну природу магнетизму. Протягом дуже короткого часу він виконав кілька важливих досліджень, які блискуче підтвердили його думку.

У 20-ті рр. XIX ст. проблемами електромагнетизму зацікавився геніальний англійський учений-самоук М. Фарадей (1791–1867). Ерстед та Ампер перетворили електрику на магнетизм; Фарадей поставив перед собою завдання – перетворити магнетизм на електрику. З 1831 р. він почав систематично публікувати свої дослідження, у результаті чого виникла багатотомна праця під загальною назвою "Експериментальні дослідження з електрики". У першому розділі цієї праці (1831) описані знамениті досліди Фарадея, які зумовили відкриття явища електромагнітної індукції. Фарадей довів, що зміна магнітного потоку в часі породжує електрорушійну силу індукції та, отже, спричиняє виникнення електричного струму в замкненому контурі. Напрямок струму визначається правилом, яке встановив професор Петербурзького університету Е. Х. Ленц (1804–1865).

У другому розділі "Експериментальних досліджень" (1832) Фарадей продовжує вивчення електродинамічної індукції. У третьому розділі (1833) він довів, що різноманітність видів електрики є удаваною. Вивчаючи дії, виконані звичайною, вольтовою, "тваринною", термічною, магнітною електрикою, він дій-

шов висновку, що всі види електрики ідентичні за природою. П'ятий розділ присвячений електролізу. Тут, а також у наступних трьох розділах, Фарадей досліджує хімічні дії електричного струму. У дев'ятнадцятому розділі розглядається відкрите Фарадеєм явище обертання площини поляризації світла в намагніченому середовищі. Таким чином, учений уперше встановив справжній безпосередній зв'язок і залежність між світлом і магнітними й електричними силами і тим самим доповнив факти й міркування, що служать для доведення того, що всі природні сили пов'язані між собою й мають єдине спільне походження.

Уявлення Фарадея про поле дуже зацікавили Д. К. Максвелла (1831–1879). Він не тільки розвинув їх, але й надав їм математичної форми – так з'явилися знамениті рівняння Максвелла.

Теорія електрики й магнетизму, відкрита Фарадеєм у 1830 р., ґрунтувалася на таких положеннях:

1. Електричні заряди спричинюють сили, що діють між цими зарядами й описуються законом Кулона або електричними полями.

2. Провідники, що проводять струми, породжують сили, які діють між цими провідниками й описуються законом Ампера або магнітними полями.

3. Магнітні заряди не існують.

4. Змінні магнітні поля збуджують електричні поля (закон Фарадея).

5. Електричний заряд зберігається: повний заряд у будь-якій частині простору залишається незмінним, якщо в цю частину не входять (і з неї не виходять) інші заряди.

Максвелл, який першим записав рівняння електрики й магнетизму, зауважив, розглядаючи зазначені вище твердження як постулати, що вони внутрішньо суперечливі, незважаючи на те, що всі твердження про електрику й магнетизм були ретельно відібрані в результаті експериментальних спостережень. Максвелл відшукав суперечність серед постулатів електромагнетизму в законі Ампера. Якщо цей закон, записаний у відомій тоді формі, справедливий, то він суперечить закону збереження заряду. Відповідно до цього закону магнітні поля збуджуються тільки струмами, що, чесно кажучи, при правильному формулюванні

може видатися досить дивним, оскільки електричні поля збуджуються як зарядами, так і (відповідно до закону Фарадея) змінними магнітними полями. Якщо дбати до симетрії, то можна було б припустити, що й магнітні поля збуджуються не тільки струмами, але й змінними електричними полями. Саме це уточнення до закону Ампера дозволило Максвеллові усунути суперечність щодо закону збереження електрики.

Завдяки максвеллівській модифікації закону Ампера рівняння електромагнетизму стали несуперечливими й симетричними: із закону Фарадея випливає, що змінне магнітне поле породжує електричне поле, а тепер, після введення Максвеллом струму зміщення, можна стверджувати, що і змінне електричне поле збуджує магнітне поле.

Дослідження в галузі електромагнетизму визначили низку серйозних технічних винаходів. У першій половині XIX ст. було винайдено електричний телеграф. Електродвигун Б. С. Якобі в 1839 р. уже рухав невелике річкове суденце. На зміну хімічним джерелам струму в 60-ті рр. XIX ст. прийшли електрогенератори. Широко застосовувався створений З. Грамом у 1869 р. генератор самозбудження. У 1870-ті рр. з'явилися електроосвітлювачі: "свічка Яблочкова" (1876), лампа розжарювання Т. Едісона (1879). Починаючи з 1880-х рр. генератори й електродвигуни постійного струму стали поступово витіснятися генераторами й електродвигунами змінного струму. Дослідження Г. Герца, А. С. Попова та Г. Марконі сповістили про народження радіо.

Одне з головних досягнень природознавства XIX ст. – істотний прогрес у розумінні електричних, магнітних і оптичних явищ. Якщо на початку століття вони розглядалися порізно, то наприкінці століття поєдналися в єдиний комплекс. Перетворення електрики на магнетизм і навпаки – магнетизму на електрику – означало фактично об'єднання електрики й магнетизму. Було створено єдину теорію електричних і магнітних явищ – теорію електромагнітного поля. З'явилося якісно нове фізичне поняття – поле. Почала формуватися електромагнітна картина світу, яка мала замінити стару механічну. Процес інтеграції фізичного знання не обмежився об'єднанням електрики й магнети-

зму в межах теорії електромагнітного поля; було встановлено електромагнітну природу світла, що фактично означало включення оптики в електромагнетизм.

Один за одним почали сходити зі сцени різні флюїди. Першим зник світловий флюїд; уже в першій половині XIX ст. теорія витікання в оптиці була цілком витіснена хвильовою оптикою Т. Юнга (1773–1829) та О. Френеля (1788–1827). Спочатку це були світлові хвилі, які поширювалися в деякому ефірі, що має механічну природу; до кінця століття їх замінили електромагнітні хвилі. Дослідження Ампера змусили відмовитися від магнітних флюїдів. Довше від усіх інших зберігалися уявлення про електричні флюїди, але й вони зійшли зі сцени наприкінці століття в результаті відкриття електрона.

2.5. Псевдонаука

2.5.1. Походження терміна

Термін походить від грец. "псевдо" – "помилковий" + "наука"; синоніми: лженаука, паранаука, квазінаука, альтернативна наука, неакадемічна наука. Так називається діяльність, що навмисно або помилково імітує науку, але по суті такою не є. Головна відмінність псевдонауки від науки – це використання неперевіраних науковими методами та просто помилкових даних і відомостей, а також заперечення можливості спростування, тоді як наука заснована на фактах (перевіраних відомостях) і постійно розвивається, відкидаючи спростовані теорії та пропонуючи нові.

За визначенням доктора філософських наук В. О. Кувакіна, псевдонаука – це така теоретична конструкція, зміст якої, як вдається встановити в процесі незалежної наукової експертизи, не відповідає нормам наукового знання, а її предмет або не існує в принципі, або істотно сфальсифікований.

У промові в Каліфорнійському технологічному інституті, яка пізніше під заголовком "Наука літакошанувальників" увійшла до книги "Ви, звичайно, жартуєте, містер Фейнман", фізик Річард

Фейнман порівняв псевдонауку з карго-культом. Він зауважив, що літакошанувальники відтворюють вигляд аеродрому, аж до навушників з "антенами" з бамбукових паличок, але літаки не сідають. Фейнман стверджував, що деякі вчені часто виконують дослідження, які мають усі зовнішні атрибути справжньої науки, але насправді є псевдонаукою, не гідною ані підтримки, ані поваги.

Слово "псевдонаука" використовувалося в літературі принаймні з кінця XVIII ст. щодо алхімії. Відмінність псевдонауки від нормальної науки у Європі ствердилася в середині XIX ст. У 1844 р. "Northern Journal of Medicine" писав про псевдонауку, що вона складена лише з так званих фактів, об'єднаних непорозуміннями замість принципів. У 1838 р. французький фізіолог Франсуа Мажанді назвав сучасною [йому] псевдонаукою френологію.

У Росії ця термінологія набула поширення також у середині XIX ст. У 1860 р. у перекладеному виданні псевдонауками названі алхімія й астрологія. У російському перекладі ("лженаука") термін був ужитий задля опису гомеопатії ще раніше.

2.5.2. Наука і паранаука

Деякі дослідники відрізняють від псевдонаук *паранауки*, визнаючи останні як комплекси практичного пізнання світу, для яких не обов'язковий ідеал наукової раціональності. Це, наприклад, "народні науки" – народна медицина, народна архітектура, народна педагогіка, народна метеорологія тощо, або сучасні прикладні керівництва з різної тематики – "сімейні науки", "кулінарні науки" тощо. Ці дисципліни дають корисні знання та навички, але не містять системи ідеальних об'єктів, процедур наукового пояснення та передбачення, тому й не піднімаються вище систематизованого й дидактично ствердженого досвіду. Багато паранаук не є лженауками доти, доки їхні прихильники не претендують на відповідність до наукового методу, на створення конкуренції, альтернативи науковому знанню.

2.5.3. Наука і псевдонаука

Наведемо деякі думки відомих людей із приводу лженауки.

У статті "Існує велика кількість невігласів і шахраїв" відомий фізик-теоретик, лауреат Нобелівської премії Віталій Гінзбург назвав лженаукою всілякі побудови, наукові гіпотези тощо, які суперечать твердо встановленим науковим фактам, і проілюстрував це на прикладі природи теплоти. Ми зараз знаємо, що теплота є мірою хаотичного руху молекул, однак колись це не було відомо. Були інші теорії, у тому числі теорія теплецю, за якою начебто існує рідина, що переливається й переносить тепло. Тоді це не було лженаукою, проте зараз людина, що підтримує теорію теплецю, вважатиметься або неуком, або шахраєм. Лженаука – це те, що свідомо неправильно.

Доктор філос. наук Б. І. Пружинін кваліфікував діяльність, що претендує на статус наукової, як псевдонаукову лише тоді, коли є вагомі підстави вважати, що дійсні цілі цієї діяльності не збігаються з цілями науки, що вона взагалі лежить поза завдань об'єктивного пізнання й лише імітує розв'язання проблем.

Радикальними порушеннями норм науковості з боку псевдонауки вважають: супернатуралізм, зневажання методологічними принципами економії та фалібілізму (несприйняття можливості помилки); визнання як змістовної характеристики істини таких суб'єктивних елементів, як віра, почуття, містичне бачення або інші параприродні форми досвіду; використання гіпотез, що фальсифікуються.

У результатах досліджень серйозними недоліками є: порушення норм упорядкованості та зв'язності, відсутність раціонального узгодження нової гіпотези зі сформованими й уже обгрунтованими масивами знань.

Характерними відмінними рисами псевдонаукової теорії є:

1. Ігнорування або перекручування фактів, відомих автору теорії, які суперечать його побудові.

2. Неспростовність, тобто принципова неможливість поставити експеримент (хоча б уявний), результат якого міг би спростувати теорію.

3. Відмова від спроб звірити теоретичні викладки з результатами спостережень за наявності такої можливості, заміна перевірок апеляціями до інтуїції, здорового глузду або "авторитетної думки".

4. Використання в основі теорії недостовірних даних, тобто таких, що не підтверджуються незалежними експериментами інших дослідників, або тих, що лежать у межах похибок вимірювання, або недоведених положень, або даних, що виникли в результаті помилок при обчислюванні. Це не стосується наукової гіпотези, що чітко визначає базові положення.

5. Уведення політичних і релігійних настанов до публікації або обговорення наукової роботи. Цей пункт, утім, вимагає уважного уточнення, оскільки інакше Ньютон, наприклад, потрапляє до категорії псевдовчених, причому саме через "Начала", а не пізніші роботи з теології. Більш м'яке формулювання цього критерію: принципова та сильна невіддільність наукового змісту роботи від інших її складових. У сучасному науковому середовищі автор повинен самостійно визначати наукову складову й публікувати її окремо, не змішуючи явно з релігією або політикою.

6. Апеляція до засобів масової інформації (преси, телебачення, радіо, Інтернету), а не до наукового товариства. Останнє виявляється за відсутності публікацій у рецензованих наукових виданнях.

7. Претензія на "революційний" переворот у науці й технологіях.

8. Спирання на поняття, що означають феномени, саме існування яких науково не доведене, запозичені найчастіше з інших псевдонаукових теорій або з окультизму й езотеризму ("астральний план", "тонкі поля", "енергія аури", "горсіонні поля", "біополя" тощо).

9. Обіцянка швидких і нечуваних медичних, економічних, фінансових, екологічних та інших позитивних ефектів.

10. Прагнення зобразити теорію або її автора жертвою монополії та ідеологічних гонінь з боку офіційної науки і тим самим відкинути критику наукового товариства як свідомо упереджену.

Псевдонаука ігнорує найважливіші елементи наукового методу – експериментальну перевірку та виправлення помилок. Відсутність зворотного зв'язку позбавляє псевдонауку зв'язку з об'єктом дослідження, сприяє накопиченню помилок.

Ознаками псевдонаукових теорій, що не є випадковими, але часто зустрічаються, також є:

1. Теорія створюється однією людиною або невеликою групою людей, які не є фахівцями у відповідній галузі.

2. Теорія глобально універсальна – вона претендує на пояснення буквально всієї світобудови або, щонайменше, на пояснення стану справ у цілій галузі знань (наприклад у випадку психоаналітичних теорій – поведінки будь-якої людини за будь-яких обставин).

3. З базових положень робиться безліч сміливих висновків, перевірка або обґрунтування коректності яких не виконується.

4. Автор активно використовує теорію для ведення особистого бізнесу: продає літературу з теорії та надає платні послуги, засновані на ній; рекламує і проводить платні курси, тренінги, "семінари" з теорії та її застосування; так чи інакше пропагує теорію серед неспеціалістів як вискооефективний засіб для досягнення успіху й поліпшення життя взагалі або в деяких аспектах.

5. У статтях, книгах, рекламних матеріалах автор видає теорію за абсолютно доведену й безсумнівно істинну, незалежно від ступеня фактичного її визнання серед фахівців.

Зауважимо, що існують і постійно з'являються безліч теорій і гіпотез, які можуть здатися псевдонауковими з таких причин:

- новий, незвичний формалізм (мова теорії);
- фантастичність наслідків з теорії;
відсутність або суперечливість експериментальних підтверджень (наприклад через недостатню технологічну оснащеність);
відсутність інформації або знань, необхідних для розуміння;
- використання термінології старих, відкинутих наукою поглядів для формулювання нових теорій;
- конформізм того, хто оцінює теорію.

Якщо теорія реально допускає можливість її незалежної перевірки, то вона не може називатися псевдонауковою, якою б не був "ступінь марення" (за Нільсом Бором) цієї теорії. Деякі з таких теорій можуть стати протонауками, породивши нові напрями досліджень і нову мову опису дійсності. Слід, однак, вирізняти тео-

рії, які пройшли перевірку і були спростовані, – їхнє активне просування також відносять до псевдонаукової діяльності.

Однією з можливих причин винесення вердикту про псевдонауковість (лженауковість) є не завжди усвідомлене використання наукової методології для пояснення того, що принципово не може бути об'єктом наукового вивчення. Наприклад, видатний фізик Л. І. Мандельштам, маючи на увазі наукове дослідження, стверджував, що явища принципово не повторювані, вони відбуваються тільки один раз і не можуть бути об'єктом вивчення. При цьому він згадував думку англійського математика і філософа Вайтхеда, який вважав, що народження теоретичної фізики пов'язане саме із застосуванням до різних питань уявлення про періодичність.

2.5.4. Класифікація

Віднесення будь-яких сфер людської діяльності до псевдонауки відбувається поступово, у міру розвитку людства і відмови від застарілих поглядів.

До першої групи псевдонаук входять деякі емпіричні вчення минулого, які досягли певних результатів, але нині є не більш ніж елементами окультизму. Наприклад:

- 1) алхімія дала початок хімії й може розглядатися як історичний етап її розвитку;
- 2) астрологія в деяких культурах на певних етапах перепліталася із астрономією;
- 3) нумерологія, що виникла в період бурхливого розквіту філософії, математики та астрології, дала початок деяким ідеям теорії чисел.

До другої групи відносять "науки" і теорії, які з'явилися як некоректні спроби заснувати нову, альтернативну науку або теорію, наприклад:

- 1) інформаціологія;
- 2) суперкритична історіографія, зокрема "нова хронологія";
- 3) нове вчення про мову, або яфетична теорія;
- 4) хвильова генетика;

- 5) торсіонні поля;
- 6) уфологія.

До третьої групи належать опротестовані спроби пов'язати сучасні наукові теорії з релігійними або містичними вченнями, наприклад:

- 1) науковий креаціонізм, розумний задум;
- 2) парапсихологія (телепатія, телекінез, психотропна зброя);
- 3) телегонія;
- 4) "науковий підхід" у каббалі.

Четверта група складається з різних застарілих або маргінальних вчень ("системи оздоровлення", психологічні, окультні, релігійні та ін.). До них належать:

- 1) графологія;
- 2) валеологія;
- 3) діанетика;
- 4) соціоніка;
- 5) френологія;
- 6) гомеопатія.

У цих ученнях присутні як елементи, що можуть бути прийнятні доказовою наукою, так і положення, які приймаються їхніми прихильниками без доказів (наприклад потенціювання й "перенесення інформації" у деяких гомеопатичних школах).

До п'ятої групи псевдонаук слід віднести спроби некоректного використання відомих наукових підходів як брэнда або модного атрибута назви теорії, статті або роботи, наприклад синергетика (псевдосинергетика) або нанотехнології (нанопрокладки тощо).

2.5.5. Проблема демаркації

Межі між наукою і псевдонаукою загалом (а не між конкретними науковими та псевдонауковими теоріями) є досить дискусійними і важко обумовленими аналітично, навіть після більш ніж столітнього діалогу між філософами науки і вченими в різних галузях, незважаючи на деякі базові узгодження із основами наукової методології. Демаркація між наукою і псевдонаукою є частиною загальнішої задачі визначення того, які переконання

можуть бути обґрунтовані з наукового погляду. Наприклад, Пол Фейсрабанд оскаржував те, що які-небудь чіткі межі можуть бути проведені між псевдонаукою, наукою реальною і протонаукою, особливо там, де є вагома культурна або історична відстань. На думку деяких філософів науки, провести раз і назавжди чітку межу між наукою та іншими видами інтелектуальної діяльності неможливо, тому ця ідея розмежування ними відхиляється як псевдопроблема.

Нині філософи науки набагато легше погоджуються з приватними критеріями, ніж із загальним критерієм демаркації між наукою й ненаукою. Однак, незважаючи на різноманітність теорій і критеріїв псевдонауковості з більшості конкретних напрямів, існує консенсус філософів науки про їхню належність до науки або псевдонауки. У сучасній соціології прийнято вважати, що проблема демаркації – це прерогатива наукового товариства загалом і, відповідно, як соціальна проблема процедура демаркації не може бути повністю формалізована в разі назавжди встановлених критеріях.

Добре відомі випадки, коли спочатку бездоказові концепції, що вважалися псевдонауковими, зараз мають статус наукових теорій або гіпотез, наприклад теорія дрейфу материків, кульова блискавка. У деяких випадках теорія може з часом відкинути псевдонаукові підстави і значною мірою втратити статус псевдонаукової. Так, наприклад, сталося з остеопатією, чії початкові принципи були неправдоподібними, недоведеними і незв'язними, але нині вона здебільшого відійшла від псевдонаукових засад і зайнялася раціональною охороною здоров'я. Космологія, яка в давнину мала релігійно-філософську концепцію, змінила зміст і перетворилася на розділ астрономії. Інші концепції, такі як френологія або алхімія, які спочатку вважалися "вищими науками", тепер є псевдонауками.

2.5.6. Псевдонаука й офіційна наука

Розробники невизнаних науковим товариством теорій нерідко позиціонують себе як борці із закостенілою офіційною наукою. При цьому вони стверджують, що представники офіцій-

ної науки, наприклад члени комісії з боротьби із псевдонаукою, відстоюють групові інтереси (кругова порука), політично заангажовані, не бажають визнавати свої помилки і, як наслідок, відстоюють застарілі уявлення на шкоду новій істині, яку несе саме їхня теорія.

Використання терміна "офіційна наука" найчастіше є риторичним прийомом, характерним для мови авторів і прихильників псевдонаукових теорій. По-перше, дане словосполучення дозволяє їм говорити про свою діяльність як про науку, тільки неофіційну або альтернативну, а по-друге, воно підмінє питання про логічну й експериментальну перевірку наукової теорії питанням про бюрократичне оформлення для неї офіційного статусу. Дискусія про наукову доброякісність теорії навмисно підмінюється боротьбою за політичний вплив її автора (усередині наукового товариства або в суспільстві загалом).

Автори і прихильники псевдонаукових теорій можуть наводити реальні чи вдавані такими приклади, коли вчені або філософи, що висували революційні для свого часу теорії, піддавались осміянню з боку сучасників і навіть переслідувалися владою. Найчастіше згадуються імена Галілео Галілея, Миколи Коперника і Джордано Бруно. Прихильники псевдонаукових теорій нерідко апелюють до гонінь на передові концепції в СРСР, наприклад на генетику. Такі риторичні прийоми дозволяють поставити професійних критиків псевдонаукової теорії в один ряд з відомими громадськими інститутами, такими як Свята інквізиція, ідеологічний відділ ЦК КПРС, або такими особистостями, як Ольга Лепешинська, Трохим Лисенко, що з деяких причин стали одіозними.

Однак подібні порівняння не завжди доречні. Коперника ніхто не переслідував, а його теорія була оголошена Римом єретичною більш ніж за півстоліття після його смерті. Праці Бруно мали не стільки науковий, скільки окультно-філософський характер, і Бруно був засуджений інквізицією не через якісь наукові роботи, а за єресі. У науковому світі свого часу Галілей мав найвищий авторитет, і його результати, разом зі вченням Миколи Коперника, були швидко визнані вченими. І переслідувала Галілея католицька церква, а не наукове товариство.

Що стосується гонінь на генетику у ХХ ст., то вони були організовані не науковим товариством, а владою, а також марксистськими філософами, такими як І. Презент або Е. Кольман. Скарги відомої прихильниці Лисенко Ольги Лепешинської в листі Сталіну на "перешкоди", які ставили їй "реакційні вчені, що стоять на ідеалістичній або механістичній позиції", і "ті товариші, які йдуть у них на поводу", – є типовими для будь-якого автора псевдонаукової теорії, що скаржиться на "цькування" з боку офіційної науки. Падіння Лисенко почалося ще за життя Сталіна (зокрема, у 1952 р. був виключений з партії і знятий з усіх посад І. Презент, що вважався його "правою рукою").

Неважко за бажання знайти реальні приклади тривалого невизнання наукових заслуг учених, які випередили свій час, саме сучасним їм науковим товариством (причини бували досить різними) або державного переслідування за постановку певних наукових питань (пригадаємо долю таких учених, як Микола Лобачевський або Людвіг Больцман). Однак справа в тому, що подібною риторикою і скаргами на "цькування" з боку офіційної науки автори та прихильники псевдонаукових теорій нерідко заміняють такі очевидні й необхідні для розробки дійсно наукових теорій дії, як чітке обґрунтування теорії, її критичну перевірку, забезпечення узгодження її результатів з результатами суміжних галузей науки, що мають явні практичні підтвердження. Наприклад, ніякі скарги на "засилля прихильників теорії відносності" не заміняють у новій, революційній фізичній теорії отримання рівнянь механіки Ньютона за граничних обмежень на значення деяких параметрів.

Інший поширений полемічний прийом – вказівка на приклад дилетантів, які робили реальні відкриття всупереч усталеним у науці думкам (Колумб, Шліман). Однак не слід плутати підтверджені теорії з відкриттями, зробленими випадково.

Колумб мав намір допливти до Індії, яка, на його думку, розташовувалася набагато ближче на захід від Європи, ніж вона є насправді. Він неправильно оцінив наявні в його розпорядженні факти і, насправді, помилився буквально в усьому. Відкриття

нового континенту стало результатом збігу, але аж ніяк не підтвердженням його припущень.

Що стосується Шлімана, то відкриття їм передбачуваної Трої і мікенської цивілізації, по-перше, не підтвердило теоретичних передумов про абсолютну істинність гомерівських текстів, з яких виходив Шліман, по-друге, не містило нічого принципово неможливого з погляду науки того часу й не суперечило встановленим раніше науковим фактам, а по-третє, було швидко визнано науковим товариством, зважаючи на незаперечність фактів.

У цьому принципова відмінність дилетанта Шлімана від псевдовчених, які, не зробивши реальних відкриттів, претендують на його лаври. По суті, Шліман став непоганим (залишивши осторонь втрати через непрофесіоналізм його розкопок) прикладом того, як слід діяти прихильникові невизнаної концепції: працювати над нею й науковими доказами, а не скаржитися на нерозуміння.

Появу нової наукової теорії нерідко дійсно зустрічають врожі в науковому середовищі. Це природна й навіть необхідна "імунна реакція": нова теорія має довести право на існування та свою перевагу над старими, а для цього витримати випробування критикою після обов'язкового подання на наукових конференціях і друкування в наукових журналах або як наукова гіпотеза, або як аргументовані заперечення проти недоліків прийнятих наукових теорій. Якби теорії приймалися тільки за їхню сміливість і оригінальність, а не за відповідність до наукових критеріїв і фактів, то наука просто не могла б існувати як наука. Вивчення процесів прийняття та відторгнення теорій науковим товариством становить один із предметів соціології науки.

2.5.7. Псевдонаука і суспільство

Публічною критикою псевдонауки займаються переважно вчені, журналісти та громадські діячі, які дотримуються позиції наукового скептицизму.

Усередині традиційних і нетрадиційних релігій сформувалися деякі концепції, що суперечать науковій картині світу. Їхні прихильники намагаються обґрунтувати вчення своїх релігій

раціональним шляхом і позиціонують такі концепції, як "науковий креаціонізм" і "розумний задум", існування реінкарнації, "біоенергії" тощо як альтернативи визнаним науковим теоріям. Ці концепції, що постулюють наявність надприродних явищ і сил, зазвичай відкидаються науковим товариством і кваліфікуються як псевдонаукові.

Представники псевдонаукових концепцій часто намагаються отримати фінансування своїх "досліджень" і проектів з коштів держави, зокрема вдаючись до корупційних схем. Відомі деякі прецеденти фінансування псевдонаукової діяльності з державного бюджету. Органи державної влади, включаючи центральний апарат державного управління, допускали до відповідальних посад авторів псевдонаукових теорій. Наукові установи, у тому числі спеціалізовані відомчі науково-дослідницькі інститути, включали у свої програми досліджень псевдонаукові розробки. Наприклад, у Росії наприкінці ХХ – на початку ХХІ ст. були витрачені значні бюджетні кошти на програми з експериментального вивчення "торсіонних полів", вилучення енергії з граніту, вивчення "холодного ядерного синтезу", астрологічні й екстрасенсорні "дослідження" в Міноборони, МНС, МВС, Державній думі.

За словами С. П. Капіци, помилкові й фантастичні проекти заволодівають розумами можновладців, для них знаходяться кошти, а корумповані експерти їх підтримують. Часто таке злиття інтересів влади та псевдонауки відбувається під покривом секретності й таким чином ховається від голосної критики.

Розділ 3

ЕЛЕМЕНТИ МЕТОДОЛОГІЇ ПРИРОДОЗНАВСТВА

3.1. Структурні рівні організації матерії

Усі об'єкти природи (живої та неживої) можна уявити у вигляді систем, що володіють особливостями, які характеризують їхні рівні організації. Концепція структурних рівнів живої матерії включає уявлення системності та пов'язана з нею організацією цілісності живих організмів. Жива матерія дискретна, тобто ділиться на складові частки нижчої організації, що мають певні функції. Структурні рівні розрізняються не тільки класами складності, але й закономірностями функціонування.

Ієрархічна структура така, що кожен вищий рівень не управляє, а включає нижчий. Діаграма найточніше відображає цілісну картину природи та рівень розвитку природознавства загалом. З урахуванням рівня організації можна розглядати ієрархію структур організації матеріальних об'єктів живої та неживої природи. Така ієрархія структур починається з елементарних частинок і закінчується живими спільнотами.

Концепція структурних рівнів уперше була запропонована у 20-ті рр. минулого століття. Відповідно до неї структурні рівні розрізняються не тільки за класами складності, але й закономірностями функціонування. Концепція містить ієрархію структурних рівнів, у якій кожен наступний рівень входить у попередній.

3.1.1. Від мікросвіту крізь макросвіт до мегасвіту

У сучасній науці в основі уявлень про будову матеріального світу лежить системний підхід, згідно з яким будь-який об'єкт матеріального світу, будь то атом, планета тощо, може бути розглянутий як система – складне утворення, що включає складові частки, елементи і зв'язки між ними. Елемент у даному випадку означає мінімальну, далі неподільну частину системи.

Сукупність зв'язків між елементами утворює структуру системи, стійкі зв'язки визначають її впорядкованість. Зв'язки по горизонталі (координуючі) забезпечують кореляцію (узгодженість) системи, жодна частина системи не може змінитися без зміни інших її частин. Зв'язки по вертикалі – це зв'язки субординаційні: одні елементи системи підпорядковуються іншим. Система має ознаку цілісності – це означає, що всі її складові, поєднуючись у ціле, утворюють якість, що не зводиться до якостей окремих елементів. Згідно із сучасними науковими поглядами всі природні об'єкти – упорядковані, структуровані, ієрархічно організовані системи.

У загальному сенсі система означає будь-який предмет чи будь-яке явище оточуючого світу і є взаємозв'язком і взаємодією частинок (елементів) у межах цілого. Структура – це внутрішня організація системи, яка сприяє зв'язку її елементів у єдине ціле та надає їй неповторних особливостей. Структура визначає впорядкованість елементів об'єкта. Елементами є будь-які явища, процеси, а також властивості та відносини, що перебувають у взаємному зв'язку і співвідношенні один з одним.

У розумінні структурної організації матерії велику роль відіграє поняття "розвиток". Поняття розвитку неживої та живої природи розглядається як необоротна спрямована зміна структури об'єктів природи, оскільки структура виражає рівень організації матерії. Найважливіша властивість структури – її відносна стійкість. Структура – це загальний, якісно визначений і відносно стійкий порядок внутрішніх відносин між підсистемами тієї чи іншої системи. Поняття "рівень організації", на відміну від поняття "структура", включає інформацію про зміни структури та послідовність цих змін у процесі історичного розвитку системи з моменту її виникнення. У той час як зміна структури може бути випадковою й не завжди має спрямований характер, зміна рівня організації відбувається спрямовано.

Системи, які досягли відповідного рівня організації та мають певну структуру, набувають здатності використовувати інформацію для того, щоб за допомогою управління зберегти незмінним (або підвищувати) рівень організації та сприяти стабільнос-

ті (або зменшенню) своєї ентропії (ентропія – міра безладдя). До недавнього часу природознавство та інші науки могли обходитися без цілісного, системного підходу до своїх об'єктів вивчення, без урахування досліджень процесів утворення стійких структур і самоорганізації. Нині ж проблеми самоорганізації, що вивчаються в синергетиці, набувають актуального характеру в багатьох науках, від фізики до екології.

Завдання синергетики – з'ясування законів побудови організації, виникнення впорядкованості. На відміну від кібернетики тут акцент робиться не на процесах управління та обміну інформацією, а на принципах побудови організації, її виникнення, розвитку та самоускладнення (Г. Хакен). Питання про оптимальну впорядкованість і організацію особливо гостро стоїть при дослідженнях глобальних проблем – енергетичних, екологічних, багатьох інших, що потребують залучення величезних ресурсів.

У класичному природознавстві вчення про принципи структурної організації матерії було представлено класичним атомізмом. Ідеї атомізму служили фундаментом для синтезу всіх знань про природу. У ХХ ст. класичний атомізм піддався радикальним перетворенням.

Сучасні принципи структурної організації матерії пов'язані з розвитком системних уявлень і включають деякі концептуальні знання про систему та її ознаки, що характеризують стан системи, її поведінку, цілеспрямованість і передбачуваність останньої, організацію й самоорганізацію, взаємодію з оточенням тощо.

Найпростішою класифікацією систем є розподіл їх на статичні й динамічні, який, незважаючи на його зручність, є умовним, тому що все у світі постійно змінюється. Динамічні системи поділяють на детерміністські та стохастичні (імовірнісні). Ця класифікація заснована на характері передбачення динаміки поведінки систем. Такі системи досліджуються в механіці й астрономії. На відміну від них стохастичні системи, які зазвичай називають імовірнісно-статистичними, мають справу з масовими або повторюваними випадковими подіями та явищами. Тому передбачення в них мають не достовірний, а лише імовірнісний характер.

За характером взаємодії з навколишнім середовищем розрізняють системи відкриті й закриті (ізолювані), а іноді виділяють також частково відкриті системи. Така класифікація має переважно умовний характер, тому що уявлення про закриті системи виникло в класичній термодинаміці як певна абстракція. Переважна більшість, якщо не всі, систем є відкритими.

Багато складноорганізованих систем, що зустрічаються в соціальному світі, цілеспрямовані, тобто орієнтовані на досягнення однієї або кількох цілей, причому в різних підсистемах і на різних рівнях організації ці цілі можуть бути різними й навіть конфліктувати.

Класифікація і вивчення систем дозволили виробити новий метод пізнання, який отримав назву системного підходу. Застосування системних ідей до аналізу економічних і соціальних процесів сприяло виникненню теорії ігор і теорії прийняття рішень. Найзначнішим кроком у розвитку системного методу була поява кібернетики як загальної теорії управління в технічних системах, живих організмах і суспільстві. Хоча окремі теорії управління існували й до кібернетики, створення єдиного міждисциплінарного підходу дало можливість розкрити глибші й загальніші закономірності управління як процесу накопичення, передавання й перетворення інформації. Власне ж управління здійснюється за допомогою алгоритмів і програм, для обробки яких служать комп'ютери.

Універсальна теорія систем, що підкреслила фундаментальну роль системного методу, висловлює, з одного боку, єдність матеріального світу, а з іншого – єдність наукового знання. Важливим наслідком такого розгляду матеріальних процесів стало обмеження ролі редукції в пізнанні систем. Стало зрозуміло, що чим більше одні процеси відрізняються від інших, чим вони якісно різномірніші, тим важче піддаються редукції. Тому закономірності складніших систем не можна повністю зводити до законів нижчих форм або простіших систем. Як антитепа редукціоністського підходу виникає холистичний (від грец. *holos* – "цілий"), згідно з яким ціле завжди передре часткам і завжди важливіше за них.

Будь-яка система є цілим, що утворене взаємопов'язаними і взаємодіючими його частинами. Тому процес пізнання природних і соціальних систем може бути успішним тільки тоді, коли в них частини та ціле будуть вивчатися не в протиставленні, а у взаємодії.

Сучасна наука розглядає системи як складні, відкриті, що мають безліч можливостей нових шляхів розвитку. Процеси розвитку і функціонування складної системи мають характер самоорганізації, тобто виникнення внутрішньо узгодженого функціонування за рахунок внутрішніх зв'язків і зв'язків із зовнішнім середовищем. Самоорганізація – це природне вираження процесу саморуху матерії. Здатністю до самоорганізації володіють системи живої та неживої природи, а також штучні системи.

У сучасній науково обгрунтованій концепції системної організації матерії зазвичай виділяють три структурні рівні:

мікросвіт – світ атомів і елементарних частинок – гранично малих, безпосередньо неспостережуваних об'єктів, розмірність яких становить від 10^{-8} до 10^{-16} см, а час життя – від нескінченності до 10^{-24} с;

макросвіт – світ стійких форм і пропорційних людині величин: земних відстаней і швидкостей, мас і об'ємів; розмірність макрооб'єктів співвідносна з масштабами людського досвіду, просторові величини становлять від часток міліметра до кілометрів, а часові виміри – від часток секунди до років;

мегасвіт – світ космосу (планети, зоряні комплекси, галактики, метagalaktiki), світ величезних космічних масштабів і швидкостей; відстань вимірюється світловими роками, а час – мільйонами та мільярдами років.

Вивчення ієрархії структурних рівнів природи пов'язане з розв'язанням складної проблеми визначення границь цієї ієрархії як у мегасвіті, так і в мікросвіті. Об'єкти на кожному наступному рівні виникають і розвиваються внаслідок об'єднання та диференціації певних множин об'єктів попереднього рівня. Системи стають усе більше багаторівневими. Складність системи зростає не тільки тому, що зростає кількість рівнів. Істотного

значення набуває розвиток нових взаємозв'язків між рівнями та із середовищем, спільний для таких об'єктів та їхніх об'єднань.

Мікросвіт, будучи підрівнем макросвіту й мегасвіту, володіє абсолютно унікальними властивостями й тому не може бути описаний теоріями, що мають відношення до інших рівнів природи. Він дещо парадоксальний. До нього не можна застосувати принцип "складається з". Наприклад, при зіткненні двох елементарних частинок ніяких менших частинок не утворюється. Після зіткнення двох протонів виникає багато інших елементарних частинок, у тому числі протонів, мезонів, гіперонів. Феномен множинного народження частинок пояснив Гейзенберг: при зіткненні велика кінетична енергія перетворюється на речовину, і ми спостерігаємо множинне народження частинок. Мікросвіт активно вивчається. Якщо 50 років тому були відомі лише три типи елементарних частинок (електрон і протон як найдрібніші частинки речовини й фотон як мінімальна порція енергії), то зараз відкрито близько 400 частинок. Друга парадоксальна властивість мікросвіту пов'язана з двоїстою природою мікročастинок, які одночасно є хвилями і корпускулами, тому їх неможливо строго однозначно локалізувати у просторі та часі. Ця особливість відображена в принципі співвідношення невизначеностей Гейзенберга.

Спостережувані людиною рівні організації матерії освоюються з урахуванням природних умов проживання людей, тобто наших земних закономірностей. Однак це не виключає припущення, що на досить віддалених від нас рівнях можуть існувати форми і стани матерії, що характеризуються зовсім іншими властивостями. У зв'язку з цим учені почали виділяти геоцентричні й негеоцентричні матеріальні системи.

Геоцентричний світ – еталонний, базисний світ ньютонівського часу та евклідового простору. Він описується сукупністю теорій, що належать до об'єктів земного масштабу. Негеоцентричні системи становлять особливий тип об'єктивної реальності, що характеризується іншими типами атрибутів, іншими простором, часом, рухом, ніж земні. Існує припущення, що мікросвіт і мегасвіт – це "вікна" в негеоцентричні світи, а значить, їхні за-

кономічності хоча б приблизно дозволяють уявити інший тип взаємодій, ніж у макросвіті або геоцентричному типі реальності.

Між мегасвітом і макросвітом немає чіткої межі. Зазвичай вважають, що перший починається з відстаней близько 107 м і маси 1020 кг. Опорною точкою початку мегасвіту може бути Земля (діаметр $1,28 \times 10^7$ м, маса 6×10^{21} кг). Оскільки мегасвіт має справу з великими відстанями, то для їхнього вимірювання вводять спеціальні одиниці: астрономічна одиниця, світловий рік і парсек.

Астрономічна одиниця (а. о.) – середня відстань від Землі до Сонця, що дорівнює $1,5 \times 10^{11}$ м.

Світловий рік – відстань, яку пробігає світло протягом одного року, а саме $9,46 \times 10^{15}$ м.

Парсек (паралакс-секунда) – відстань, на якій паралакс земної орбіти (тобто кут, під яким видно велику піввісь земної орбіти, що розташована перпендикулярно куту зору) дорівнює одній секундці. Ця відстань становить 206265 а. о. = $3,08 \times 10^{16}$ м = 3,26 св. р.

Небесні тіла у Всесвіті утворюють системи різної складності. Наприклад, Сонце і дев'ять планет, що рухаються навколо нього, утворюють Сонячну систему. Основна частина зірок нашої галактики – Чумацького Шляху – зосереджена в диску, видимому із Землі збоку у вигляді туманної смуги, що перетинає небесну сферу.

Усі небесні тіла мають свою історію розвитку. Вік Всесвіту дорівнює 14 млрд років, Сонячної системи – 5 млрд, Землі – 4,5 млрд років.

Нині досить поширена ще одна типологія матеріальних систем – поділ природи на неорганічну й органічну, де особливе місце займає соціальна форма матерії. Неорганічна матерія – це елементарні частинки і поля, атомні ядра, атоми, молекули, макроскопічні тіла, геологічні утворення. Органічна матерія також має багаторівневу структуру: доклітинний (ДНК, РНК, нуклеїнові кислоти), клітинний (одноклітинні організми), багатоклітинний (тканини, органи, функціональні системи – нервова, кровоносна тощо, організми – рослини, тварини) рівні та надорганізмennі структури (популяції, біоценози, біосфера). Соціальна матерія існує лише завдяки діяльності людей і містить особливі підструктури: індивід, сім'я, група, колектив, держава, нація тощо.

3.1.2. Структура та її роль в організації живих систем

Живий організм як ціле складається з багатьох компонентів. Одні з них – просто елементи, інші – частини.

Частинами є лише такі компоненти, яким притаманні функції життя (обмін речовин тощо): позаклітинна жива речовина, клітини, тканини, органи, системи органів. Усім їм притаманні функції живого, специфічні в системі організації цілого. Тому частина – це такий компонент цілого, функціонування якого визначене природою, сутністю самого цілого.

Крім частин в організмі є інші компоненти, яким не властиві функції життя, тобто неживі. Вони є на всіх рівнях системної організації живої матерії: у протоплазмі клітин – зерна крохмалю, краплі жиру, кристали; у багатоклітинному організмі до неживих компонентів, що не володіють власним обміном речовин і здатністю до самовідтворення, належать волосся, кігті, роги, копита, пір'я.

Таким чином, частина і елемент становлять необхідні компоненти організації живого як цілісної системи. Без елементів (неживих компонентів) неможливе функціонування частин (живих компонентів). Тому тільки сукупність і елементів, і частин, тобто неживих і живих компонентів, становить системну організацію життя, її цілісність.

3.1.3. Співвідношення категорій "частина" та "елемент"

Співвідношення категорій "частина" та "елемент" досить суперечливе. Зміст категорії "частина" відрізняється від змісту категорії "елемент": елементами є всі складники цілого, незалежно від того, відображується в них специфіка цілого чи ні, а частинами – лише ті елементи, у яких безпосередньо виражена специфіка предмета як цілого, тому категорія "частина" містить також категорію "елемент". З іншого боку, зміст категорії "частина" ширше, ніж категорії "елемент", тому що лише певна сукупність елементів становить частину. Це можна показати стосовно будь-якого цілого.

Отже, існують певні рівні (межі) у структурній організації цілого, які відокремлюють елементи від частин. Однак відмінність між категоріями частин та елементів досить відносна, оскільки вони можуть взаємно перетворюватися. Органи, клітини в процесі життєдіяльності піддаються руйнуванню, тобто з частин перетворюються на елементи, і навпаки, знов утворюються з неживого, тобто елементів, і стають частинами. Елементи, не виведені з організму, можуть перетворюватися на сольові відкладення, які стають частиною організму, причому небажаною.

3.1.4. Взаємодія частини та цілого

Частина та ціле єдині й одне без одного існувати не можуть. Не буває цілого без частини, і навпаки, немає частин поза цілим. Частина стає частиною лише в системі цілого, вона має сенс тільки завдяки цілому, так само як ціле є взаємодією частин.

У взаємодії частини й цілого провідна, визначальна роль належить цілому. Частини організму не можуть самостійно існувати. Будучи одиничними пристосувальними структурами, вони виникають у процесі еволюції заради цілого організму.

Визначальну роль цілого щодо частин в органічній природі якнайкраще підтверджують явища автотомії й регенерації. Ящірка, схоплена за хвіст, тікає, залишивши його кінчик. Те саме відбувається з клешнями крабів, раків. Автотомія, тобто самовідсікання хвоста в ящірки, клешень у крабів і раків, є захисною функцією, яка виробилася у еволюційному процесі. Організм жертвує частиною задля порятунку і збереження цілого.

Явище автотомії спостерігається в тих випадках, коли організм здатний відновити втрачену частину. Відсутня частина хвоста в ящірки виростає заново (але лише один раз). У крабів і раків теж часто виростають відламані клешні. Отже, організм здатний спочатку втратити частину заради порятунку цілого, щоб потім цю частину відновити.

Явище регенерації ще більше свідчить про підпорядкованість частин цілому: ціле обов'язково вимагає відновлення втрачених частин. Сучасна біологія встановила, що регенера-

ційною здатністю володіють не тільки низькоорганізовані істоти (рослини й найпростіші), але також ссавці.

Існує кілька видів регенерації: відновлюються не тільки окремі органи, а й цілі організми з окремих ділянок (гідра з кільця, вирізаного із середини її тіла, найпростіші, коралові поліпи, кільчасті черв'яки, морські зірки). У загальнобіологічному аспекті регенерація може розглядатися як здатність дорослого організму до розвитку.

Проте визначальна роль цілого не означає, що частини позбавлені специфіки. Визначальна роль цілого передбачає не пасивну, а активну роль частин, спрямовану на забезпечення нормального життя організму. Підкоряючись загалом системі цілого, частини зберігають відносну автономність. З одного боку, частини здебільшого є компонентами цілого, з іншого, вони самі є своєрідними цілісними структурами, системами зі своїми специфічними функціями та структурами. У багатоклітинному організмі з усіх частин клітини посідають найвищий рівень цілісності та індивідуальності.

Те, що частини зберігають відносну автономність, дозволяє досліджувати окремі системи органів: спинний мозок, вегетативну нервову систему, систему травлення, що має велике значення для практики. Приклад тому – дослідження й визначення внутрішніх причин і механізмів відносної самостійності злоякісних пухлин.

Відносна самостійність частин більшою мірою притаманна рослинам, ніж тваринам, завдяки вегетативному розмноженню. Кожному, напевно, доводилося бачити прищеплені, наприклад на яблуні, живці інших рослин.

3.1.5. Атом, людина, Всесвіт – довгий ланцюг ускладнень

У сучасній науці широко використовується метод структурного аналізу, що враховує системність досліджуваного об'єкта. Адже структурність – внутрішня розчленованість матеріального буття, спосіб існування матерії. Структурні рівні матерії утворені з певної множини об'єктів будь-якого типу і характеризуються особливим способом взаємодії між їхніми елементами. Стосовно трьох основ-

них сфер об'єктивної реальності (неорганічна природа, жива природа, суспільство) ці рівні наведено за зростанням у табл. 1.

Таблиця 1. Структурні рівні матерії

Неорганічна природа	Жива природа	Суспільство
Субмікроелементарний	Біологічний макромолекулярний	Індивід
Мікроелементарний	Клітинний	Сім'я
Ядерний	Мікроорганічний	Колективи
Атомарний	Органи і тканини	Великі соціальні групи (класи, нації)
Молекулярний	Організм загалом	Держава (громадянське суспільство)
Макрорівень	Популяція	Системи держав
Мегарівень (планети, зоряно-планетні системи, галактики)	Біоценоз	Людство загалом
Метарівень (метегалактика)	Біосфера	Ноосфера

Кожна зі сфер об'єктивної реальності містить кілька взаємопов'язаних структурних рівнів. Усередині цих рівнів домінують координаційні відносини, а між рівнями – субординаційні.

Системне дослідження матеріальних об'єктів припускає не тільки встановлення способів опису відносин, зв'язків і структур безлічі елементів, але й виділення серед них системотвірних, тобто тих, що забезпечують відособлене функціонування й розвиток системи.

Для систем характерна ієрархічність будови, тобто послідовне включення систем нижчого рівня в систему вищого. Так само у структуру матерії на рівні неживої природи (неорганічної) входять елементарні частинки, атоми, молекули (об'єкти мікросвіту), макротіла та об'єкти мегасвіту – планети, галактики, системи метегалактик тощо. Метегалактику часто ототожнюють з усім Всесвітом, але Всесвіт розуміється в ширшому сенсі, він

тотожний усьому матеріального світу й рухомій матерії, яка може містити безліч метagalactic та інших космічних систем.

Жива природа також структурована. У ній можна виділити біологічний і соціальний рівні. Біологічний рівень включає підрівні:

- макромолекул (нуклеїнові кислоти, ДНК, РНК, білки);
- клітинний;
- мікроорганічний (одноклітинні організми);
- органів і тканин;
- популяційний;
- біоценозний;
- біосферний.

Основними поняттями цього рівня на останніх трьох підрівнях є поняття біотоп, біоценоз, біосфера, що вимагають пояснення.

Біотоп – сукупність (угруповання) особин одного виду (наприклад зграя вовків), що можуть схрещуватися й виробляти собі подібних (популяції).

Біоценоз – сукупність популяцій, у якій продукти життєдіяльності одних організмів є умовами існування інших, що населяють ділянку суші або води.

Біосфера – глобальна система життя, частина географічного середовища (нижня частина атмосфери, верхні частини літосфери та гідросфери), яка є середовищем існування живих організмів і забезпечує необхідні для їхнього виживання умови (температуру, ґрунт тощо), утворена в результаті взаємодії біоценозів.

Загальна основа життя на біологічному рівні – органічний метаболізм (обмін речовинами, енергією та інформацією з навколишнім середовищем) – виявляється на кожному з підрівнів.

На рівні організмів обмін речовин означає асиміляцію й дисиміляцію при посередництві внутрішньоклітинних перетворень.

На рівні екосистем (біоценозу) він складається з ланцюга перетворень речовини, спочатку асимільованої організмами-виробниками при посередництві організмів-споживачів і організмів-руйнівників, що належать до різних видів.

На рівні біосфери відбувається глобальний кругообіг речовини й енергії при безпосередній участі факторів космічного масштабу.

На певному етапі розвитку біосфери виникли особливі популяції живих істот, які завдяки здатності до праці утворили своєрідний рівень – соціальний. Соціальна діяльність у структурному аспекті поділяється на підрівні: індивідів, сім'ї, колективів (виробничих), соціальних груп тощо.

Переплетіння різних рівнів у межах суспільства породжує уявлення про панування випадковості та хаотичності в соціальній діяльності. Проте ретельний аналіз виявляє наявність у суспільстві фундаментальних структур – головних сфер суспільного життя (матеріально-виробнича, соціальна, політична, духовна), які мають свої закони. Усі вони в певному сенсі субординовані у складі суспільно-економічної формації, глибоко структуровані й обумовлюють генетичну єдність суспільного розвитку загалом. Таким чином, будь-яка з трьох сфер матеріальної дійсності утворюється з низки специфічних структурних рівнів, що строго впорядковані у складі кожної з них. Перехід від однієї царини до іншої пов'язаний із ускладненням і збільшенням безлічі утворених факторів, що забезпечують цілісність систем. Усередині кожного зі структурних рівнів існують відносини субординації (молекулярний рівень включає атомарний, а не навпаки). Структурна організація, тобто системність, є способом існування матерії.

Структурні рівні організації матерії будуються за принципом піраміди: вищі рівні складаються з великої кількості нижчих. Нижчі рівні є основою існування матерії. Вищі (складні) рівні утворюються шляхом еволюції – поступово переходячи від простого до складного.

Усі об'єкти живої та неживої природи можна уявити у вигляді певних систем, які мають конкретні особливості та властивості, що характеризують їхній рівень організації. З урахуванням рівня організації можна розглядати ієрархію структур матеріальних об'єктів живої та неживої природи. Така ієрархія починається з елементарних частинок, що утворюють початковий рівень організації матерії, і закінчується живими організмами та спільнотами (вищий рівень організації).

Концепція структурних рівнів живої матерії включає уявлення системності та пов'язаної з нею органічної цілісності живих організмів. Однак історія теорії систем починалася з механістичного розуміння організації живої матерії, відповідно до якого все вище зводилося до нижчого: процеси життєдіяльності – до сукупності фізико-хімічних реакцій, а організація організму – до взаємодії молекул, клітин, тканин, органів тощо.

3.2. Взаємозв'язок природничих наук

Природничі науки вивчають явища навколишнього світу в живій і неживій природі. До природничих наук не належать дослідження людського суспільства, мов і мистецтв, які об'єднують у гуманітарні науки. Також не належать до природничих точні науки (математика, інформатика), хоча їхні методи й результати досліджень широко використовуються у природознавстві. На базис природничих наук спираються прикладні науки.

У наші дні намітилася інтеграція природничого наукового знання, яка виявляється в багатьох формах і стає найбільш вираженою тенденцією його розвитку. Усе більшою мірою ця тенденція виявляється у взаємодії природничих наук з науками гуманітарними. Свідомо цьому є висування на передній план сучасної науки принципів системності, самоорганізації та глобального еволюціонізму, що відкривають можливість об'єднання найрізноманітніших наукових знань у цілісну та послідовну систему на базі загальних закономірностей еволюції об'єктів різної природи.

Сучасні підходи до класифікації природничих наук дають підстави поділити їх на:

фізико-технічні й математичні (математика, інформатика, механіка, фізика, астрономія);

хімічні та біологічні (хімія, біологія);

науки про землю (геологія, географія, геофізика);

аграрні (грунтознавство, рослинництво, зоотехнія, ветеринарна медицина);

медичні (медицина).

3.2.1. Новітня революція

У середині 90-х рр. XIX ст. почалася новітня революція у природознавстві, переважно у фізиці, а також хімії та біології. У 1913–1921 рр. на основі загальних уявлень про ядро, електрони і кванти Нільс Бор створює модель атома, розробка якої ведеться згідно з періодичною системою Д. І. Менделєєва. Це супроводжується крахом минулих уявлень про матерію, її властивості та будову, форми руху, типи закономірностей, простір і час. Це призвело до кризи у фізиці й усьому природознавстві.

Із середини 20-х рр. XX ст. у зв'язку зі створенням квантової механіки та поєднанням її з теорією відносності в загальну квантово-релятивістську концепцію відбувається подальший бурхливий розвиток природознавства і продовжується докорінна ламка старих понять, переважно пов'язаних зі старою картиною світу.

Оволодіння атомною енергією починається з відкриття ядра у 1930 р. і подальших досліджень, з якими пов'язане зародження електронно-обчислювальної техніки та кібернетики.

У природознавстві лідирують, поряд із фізикою, біологія, хімія, а також суміжні з природознавством науки, такі як космонавтика та кібернетика. Сучасне природознавство характеризується різким, лавиноподібним накопиченням нового фактичного матеріалу й виникненням нових дисциплін на межі традиційних. Відбувається різке подорожчання наукових досліджень, особливо експериментальних. Як наслідок, підвищується роль теоретичних досліджень, що спрямовує роботу дослідників у такі сфери, де пошук нових явищ найбільш можливий.

3.2.2. Експеримент як критерій істинності знання та основний інструмент пізнання

Сучасне природознавство втратило властиву класичному природознавству простоту і зрозумілість. Це відбулося переважно тому, що інтереси сучасних дослідників із традиційних для класичної науки галузей перемістилися туди, де звичайний життєвий досвід і знання про об'єкти та явища, що з ними відбуваються, у більшості випадків відсутні.

Розглянемо деякі найважливіші закономірності, що визначають загальний характер природознавчих наук.

Обумовленість практикою, потребами техніки, промислового виробництва, рівнем сільського господарства й медицини. Це головна рушійна сила і джерело розвитку природознавства.

Відносна самостійність розвитку природознавства, у результаті чого воно задовольняє вимоги техніки, виробництва, крокуючи власним шляхом дослідження природи, який позначається внутрішньою логікою наукового пізнання. Якби конкретні задачі не ставила техніка перед наукою, практично їх розв'язувати можна лише за досягнення конкретного рівня розвитку пізнання природи, що відбувається у процесі переходу від явищ до сутностей і від менш глибокої сутності до глибшої.

Спадковість у розвитку природознавства, його ідей і принципів, теорій і понять, методів і прийомів дослідження, нерозривність усього пізнання природи як внутрішньо єдиного, цілеспрямованого процесу. По мірі розвитку досліджень повніша істина внутрішньо збігається з менш повною, раніш досягнутою. Кожна вища ланка в розвитку природознавства виникає на основі попередньої, зі збереженням усього цінного, що було накопичено раніше.

Поступовість розвитку природознавства: періоди відносно спокійного, еволюційного розвитку перемежаються із бурхливою, революційною ламкою теоретичних основ, системи понять, принципів і уявлень, а разом з тим – усієї картини світу.

Еволюційний розвиток усього природознавства й окремих його частин відбувається під час поступового накопичення нових фактів, теоретичних концепцій, у зв'язку з чим уточнюються й доробляються прийняті раніше теорії, поняття та принципи.

Революція відбувається тоді, коли починається докорінна ланка й перебудова в самій основі раніше встановлених світоглядів, фундаментальних положень, законів, принципів природознавства в результаті відкриттів, отримання нових експериментальних даних тощо.

Взаємодія наук, взаємозв'язок усіх складових частин природознавства, у результаті чого предмет однієї природознавчої науки може бути досліджений методами і прийомами інших наук.

Суперечності розвитку. Наявність різних поглядів на явища та їхній опис, що здаються несумісними, перебувають у постійній боротьбі, часто зумовлює прогрес наукового пізнання.

Свобода критики. Безперешкодний розгляд спірних і незрозумілих наукових питань, відкрите, вільне зіткнення різних думок, можливість захищати власні інтереси, знаходити нові аргументи стають причиною прогресу.

3.3. Хаос і упорядкованість у природі

Наш світ і все, що доступно в ньому для спостереження, знають безперервних змін – ми спостерігаємо безперервну еволюцію. Усі зміни відбуваються за рахунок сил внутрішньої взаємодії, принаймні зовнішніх щодо нашого світу сил ми не спостерігаємо. Згідно з принципом Бора, існуючим ми маємо право вважати лише те, що спостерігаємо або можемо зробити спостережуваним. Отже, зовнішніх сил не існує. Таким чином, усе, що відбувається навколо нас, можна вважати процесом самоорганізації, тобто процесом, що перебігає за рахунок внутрішніх стимулів, які не вимагають втручання зовнішніх чинників, що не належать системі. До таких процесів відносять становлення й дію розуму, оскільки він з'явився в результаті еволюції.

Природа – складна система, для якої характерні нерівноважні стани. Людина намагається забезпечити спільну еволюцію природи і суспільства. Отже, весь процес еволюції системи – процес самоорганізації. Світ весь час змінюється. Ми не можемо стверджувати, що процес самоорганізації спрямований на досягнення стану рівноваги (під яким розуміється абсолютний хаос), у нас немає для цього достатніх підстав, набагато більше даних для затвердження зворотного – світ безперервно розвивається, і в цих змінах проглядається певна спрямованість, відмінна від прагнення до рівноваги.

У процесі самоорганізації відбувається неперервне руйнування старих і виникнення нових структур, форм організації матерії, що мають нові властивості. Причому якісно це не ті самі утворення, які відрізняються тільки геометричними розмірами, формою або іншими фізичними особливостями. У Всесвіті неперервно виникають унікальні утворення, відбуваються перебудови (біфуркації), у результаті яких народжуються якісно нові структури, які не мають аналогів і володіють новими, неповторними властивостями. Зв'язок нових властивостей із властивостями вихідних елементів, з яких утворилися ці системи, – складне питання, яке має як філософське, так і практичне значення.

3.3.1. Хаос. Причини хаосу

Ідеї Брюссельської школи, що спираються на роботи Іллі Пригожина, утворюють нову, всеосяжну теорію змін. У сильно спрощеному вигляді суть цієї теорії зводиться до такого.

Деякі частини Всесвіту можуть діяти як механізми. Існують практично замкнені системи, але вони, у кращому випадку, є лише малою часткою фізичного Всесвіту. Більшість же систем, які становлять для нас інтерес, відкриті – вони обмінюються енергією чи речовиною (можна було б додати, що також інформацією) з навколишнім середовищем. До відкритих систем, без сумніву, належать біологічні та соціальні системи, а це означає, що будь-яка спроба зрозуміти їх у межах механістичної моделі наперед приречена на провал.

Крім того, відкритий характер переважної більшості систем у Всесвіті наводить на думку, що реальність зовсім не є ареною, на якій панують порядок, стабільність і рівновага: велику роль у навколишньому світі відіграють нестійкість і невірноваженість.

Якщо скористатися термінологією Пригожина, то можна сказати, що всі системи містять підсистеми, які невинно флюктуують. Іноді окрема флюктуація або комбінація флюктуацій може стати (у результаті додатного зворотного зв'язку) настільки сильною, що існуюча раніше організація системи не витримає і зруйнується. У цей переломний момент, який називають особ-

ливою точкою, або точкою біфуркації, принципово неможливо передбачити, як відбуватиметься подальший розвиток: стане стан системи хаотичним або вона перейде на новий, більш диференційований, вищий рівень упорядкованості або організації, який називають дисипативною структурою (такі фізичні й хімічні структури називають дисипативними тому, що для їхньої підтримки потрібно більше енергії, ніж для підтримки простіших структур, на зміну яким вони приходять).

Один із ключових моментів у гострих дискусіях, що розгорнулися навколо поняття дисипативної структури, пов'язаний з тим, що Пригожин допускає можливість спонтанного виникнення порядку та організації з безладдя й хаосу в результаті процесу самоорганізації.

Узагальнюючи вищенаведене, можна стверджувати, що в станах, далеких від рівноваги, дуже слабкі збурювання, або флуктуації, можуть посилюватися до гігантських хвиль, які руйнують сформовану структуру, а це висвітлює процеси якісних різких (не поступових, не еволюційних) змін. Факти, що виявлені та стали зрозумілими в результаті вивчення сильно нерівноважних станів і нелінійних процесів, у поєднанні з досить складними системами, наділеними зворотними зв'язками, зумовили створення абсолютно нового підходу, який дозволяє встановити зв'язок фундаментальних наук з "периферійними" науками про життя і, можливо, навіть зрозуміти деякі соціальні процеси.

3.3.2. Роль ентропії як міри хаосу

Відомий другий принцип (закон) термодинаміки у формулюванні німецького фізика Р. Клаузіуса звучить так: "Теплота не переходить довільно від холодного тіла до більш гарячого".

Закон збереження і перетворення енергії (перший принцип термодинаміки) загалом не забороняє такого переходу, аби кількість енергії зберігалася в колишньому обсязі. Однак реально це ніколи не відбувається. Цю односторонність, односпрямованість перерозподілу енергії в замкнених системах і підкреслює другий принцип термодинаміки.

Для відображення цього процесу в термодинаміці було введено нове поняття – ентропія. Під ентропією стали розуміти міру безладу системи. Точніше формулювання другого принципу термодинаміки набуло такого вигляду: при довільних процесах у системах, що мають постійну енергію, ентропія завжди зростає.

Фізичний сенс зростання ентропії зводиться до того, що ізольована система (з постійною енергією) прагне перейти в стан з найменшою впорядкованістю руху частинок. Це є найпростішим станом системи, або термодинамічною рівновагою, коли рух частинок хаотичний. Максимальна ентропія означає повну термодинамічну рівновагу, що еквівалентно хаосу.

Однак, виходячи з теорії змін Пригожина, ентропія – не просто невпинне зісковзування системи до стану, позбавленого будь-якої організації. За певних умов ентропія стає прародителькою порядку.

3.3.3. Порядок і хаос

У фізичній картині світу до 70-х рр. ХХ ст. царювали два закони класичної термодинаміки. Перший закон термодинаміки (закон збереження й перетворення енергії) фіксував загальні сталість і перетворюваність енергії. Закон констатував, що в замкненій системі тіл не можна ані збільшити, ані зменшити загальну кількість енергії. Він стверджував незалежність такої зміни енергії від рівня організації системи (тварина, людина, суспільство, техніка тощо). Другий закон термодинаміки виражає спрямованість переходу енергії, а саме перехід теплоти від більш нагрітих тіл до менш нагрітих. Іноді його формулюють так: тепло не може перетекти довільно від холодного тіла до гарячого. Цьому можуть сприяти тільки витрати додаткової роботи.

Відповідно до класичних фізичних уявлень у замкненій системі відбувається вирівнювання температур, система прагне до термодинамічної рівноваги – порядку, що відповідає максимуму ентропії. У фізичній картині світу принцип зростання ентропії відповідає односторонній течії явищ, тобто до хаосу, безладу й дезорганізації. Один із засновників класичної термодинаміки, Р. Клаузіус у спробі поширити закони термодинаміки на Всесвіт дійшов висновку: ент-

ропія Всесвіту завжди зростає. Якщо прийняти цей постулат як реальний факт, то у Всесвіті неминуче настане теплова смерть. З тих пір як фізика відкрила процес розсіювання, деградації енергії, люди "відчули" зниження теплоти навколо себе. Багато вчених не погоджувалися з висновками Клаузіуса. В. І. Вернадський стверджував, що життя не вкладається в рамки ентропії. У природі поряд з ентропійними відбуваються антиентропійні процеси. Багато вчених висловлювали сумнів із приводу поширення другого закону термодинаміки на весь Всесвіт.

Однак у світі панує не тільки потяг до теплової або іншої смерті, а постійно виникає нове, еволюціонують і розвиваються різні системи. Згідно з еволюційною теорією Дарвіна, жива природа розвивається в напрямі удосконалення й ускладнення нових видів рослин і тварин. У суспільстві спостерігається процес соціальної творчості, тобто творення нового. Яким же чином із загальної тенденції до зростання ентропії, дезорганізації, може з'явитися порядок у живій природі й соціумі? Виникнення нового здавалося неймовірним дивом.

Відповіді на запитання, як відбувається еволюція, з'являється нове у природі, організується порядок із хаосу, покликана нова наука – синергетика (спільно з новою нерівноважною термодинамікою – теорією відкритих систем).

Синергетика (*Synergetics*, від грец. "син" – "спільне" та "ергос" – "дія" – спільний, узгоджено діючий) – наука, метою якої є виявлення, дослідження загальних закономірностей у процесах утворення, стійкості й руйнування впорядкованих часових і просторових структур у складних нерівноцінних системах різної природи (фізичних, хімічних, біологічних, екологічних та ін.).

Класична термодинаміка, аналізуючи системи, відволікалася від їхньої складності та проблем взаємозв'язку із зовнішнім середовищем. По суті, вона розглядала ізольовані, закриті системи. Однак у світі є й відкриті системи, які обмінюються речовиною, енергією, інформацією із середовищем. У відкритих системах теж виникає ентропія, відбуваються незворотні процеси, але за рахунок отримання матеріальних ресурсів, енергії та інформації система зберігається, а ентропію виводить у навколи-

шне середовище. Відкриті системи характеризуються нерівноважною структурою. Відсутність рівноваги пов'язана з адаптацією до зовнішнього середовища (система змушена змінювати свою структуру, вона може зазнавати багатьох різних станів невизначеності тощо). Перехід від термодинаміки рівноважних процесів до аналізу відкритих систем ознаменував великий поворот у багатьох галузях наукових знань. У відкритих системах виявлено ефект самоорганізації, тобто рух від хаосу до порядку.

Німецький фізик Герман Хакен терміном "синергетика" запропонував позначати сукупний ефект взаємодії великої кількості підсистем, що викликає утворення стійких структур і самоорганізацію в складних системах.

Звичайно, упорядкування, феномен переходу від хаосу до порядку вчені знали й раніше. Як приклад організації порядку з хаосу в неживій природі можна навести авторегуляцію, принципи найменшої дії та Ле Шательє. Було пояснено довільне утворення на Землі мінералів з достатньо складною кристалічною ґраткою. У хімії відомі процеси, що викликають утворення стійких структур у часі. Прикладом є реакція Белоусова – Жаботинського, де розчин періодично змінює колір від червоного до синього залежно від концентрації відповідних іонів.

У фізиці явища самоорганізації зустрічаються в масштабах від атомних об'єктів до галактичних систем. Поява лазера – організація порядку з хаосу. Атоми, з яких побудований лазер, можуть збуджуватися під дією зовнішньої енергії, наприклад шляхом опромінення. Якщо зовнішня енергія недостатня, то лазер працює як радіолампа. Коли ж вона досягає потужності лазерної генерації, атоми, які раніше випромінювали хвилі хаотично й незалежно, починають випромінювати один величезний пуг хвиль довжиною близько 300 000 км, виділяючи при цьому дуже велику енергію, що передається на великі відстані. Атомна антена резонує, усі атоми починають випромінювати узгоджено, і хвилі здійснюють один спільний рух.

Біологічні й соціальні системи підтримують упорядковані стани, незважаючи на згубний вплив навколишнього середовища.

Синергетика досліджує особливі стани систем в області їхньої нестійкості, здатність до самоорганізації, точки біфуркації (перехідні моменти, переломні точки).

3.3.4. Синергетичні закономірності

Розглянемо, як синергетика пояснює процес руху від хаосу до порядку, самоорганізацію, виникнення нового.

1. Для цього система має бути відкритою й віддаленою від точки термодинамічної рівноваги. На думку Стенгерс, більшість систем відкриті – вони обмінюються енергією, речовиною, інформацією з навколишнім середовищем. Головну роль у навколишньому світі відіграють не порядок, стабільність і рівновага, а нестійкість і нерівновага, світ неперервно флюктує.

2. Фундаментальною умовою самоорганізації є виникнення та посилення порядку через флуктуації.

3. В особливій точці біфуркації флуктуація досягає такої сили, що стара організація системи не витримує й руйнується. Навіть теоретично неможливо передбачити, чи стане стан системи хаотичним або вона перейде на новий, більш диференційований і високий рівень упорядкованості. У точці біфуркації система може почати розвиватися в новому напрямі, змінити свою поведінку. Під точкою біфуркації розуміється стан системи, після якого можливі безліч варіантів її подальшого розвитку.

4. У точці біфуркації дисипативна система стає на новий шлях розвитку. Ті траєкторії або напрями, за якими можливий розвиток системи після точки біфуркації та які відрізняються від інших відносно стійкістю, тобто є реальнішими, називаються атракторами. Атрактор – це відносно стійкий стан системи, що притягує до себе безліч ліній розвитку, можливих після точки біфуркації. Випадковість і необхідність взаємно доповнюють одна одну в процесі виникнення нового.

5. Дисипативні структури існують лише остільки, оскільки система розсіює енергію, а отже, змінює ентропію. Як наслідок, виникає порядок зі збільшенням загальної ентропії. Отже, ент-

ропія стає прародителькою нового порядку. Так із хаосу (нестійкості) народжується Космос.

3.3.5. Характеристики (атрибути) порядку та хаосу

Розглядаючи поняття "хаос" і "порядок", можна зазначити парадокс: будучи найбільш древніми узагальнюючими первообразами, матрицями опису світу, відомими ще з часів міфів і космогонії, і знаходячи згодом застосування у найрізноманітніших науках, ці поняття й досі не набули термінологічної чіткості. Їхні специфіка та обсяги не були строго визначені ні в одній з наук, що їх використовують. Наприклад, у сучасній фізиці використовують більше десяти характеристик хаосу: молекулярний, термодинамічний, дифузний, дисипативний, детермінований, турбулентний хаос тощо. Досі не зрозумілі межі застосування цих понять при переході з одних пізнавальних сфер до інших.

Можна сказати, що в історії науки йшлося не про вивчення феноменів хаосу й порядку як таких, а про дослідження окремих атрибутивних характеристик цих феноменів. Наприклад, у природничому підході (у першу чергу в термодинаміці) співвідношення хаосу й порядку визначалося і вимірювалося зростанням ентропії як показником упорядкованості. Іншими науковими напрямками, які виявляють особливий інтерес до проблем хаосу й порядку, були соціологія та загальнонаукові концепції (кібернетика, загальна теорія систем), у яких хаос і порядок об'єднувалися з розвитком соціальних систем різного рівня. Саме завдяки останнім двом напрямкам склалася система понять, у межах яких визначалися основні параметри (атрибути) порядку як організації: рівновага-нерівновага, відкриті-закриті системи, стійкість-нестійкість, динаміка-гомеостаз, однаковість-різноманітність, симетрія-асиметрія, лінійність-нелінійність, актуалізація-потенційність, передбачуваність-непередбачуваність.

Досліджуючи еволюцію цих наукових напрямів, можна виявити в ній певну тенденцію – зміни теоретичних моделей образів порядку. Перша модель рівноважного класичного порядку (де домінуючими атрибутами впорядкування є стійкість, стаціо-

нарні стани, гомеостаз, передбачуваність) представлена в класичній соціології, класичній кібернетиці та в системному підході. Друга модель нерівноважного (некласичного) порядку, де домінуючими атрибутами впорядкування є нестійкість, мінливість, непередбачуваність, пов'язана з появою пізніших концепцій ентропійно-інформаційного підходу, кібернетики другого порядку, теорії соціальної ентропії, новітніх системних теорій.

У зазначених теоретичних розробках склалися вкрай суперечливі, часом взаємовиключні уявлення про характер порядку в складних системах і роль хаосу в процесі порядкуутворення. Перелічимо деякі запитання, які виникають у зв'язку з цим:

Що є умовою формування порядку – відкритість системи потоку зовнішніх впливів (флуктуаціям як вияву хаосу) або, навпаки, її вміння ці дії (флуктуації) придушувати, боротися з ними, позбавляючи себе змін і потрясінь?

Чи є однорідність елементів системи, у тому числі соціальної, атрибутом порядку, або така однорідність веде до дезорганізації й хаосу (як це впливає з термодинаміки)? Чи може бути в такому випадку структурна різноманітність гарантом стійкості, і отже, складнішого й надійнішого порядку?

Чи можна ототожнити порядок зі стійкістю (гомеостазом) системи або динамічні зміни її структури є запорукою її життєдіяльності? Чи достатньо для розв'язання цього питання введення системного поняття поточної рівноваги, яка фіксує збереження сталості системи в процесі безперервного обміну й руху її складових елементів?

Якщо інтуїтивно образ порядку пов'язаний з такими характеристиками, як симетрія й однорідність елементів системи, то чому процес порядкуутворення описується як порушення симетрії й установлення неоднорідності?

Чому й за яких умов у процесі впорядкування відбувається свого роду "переключення режимів": нелінійна система починає поводитися як лінійна або, наприклад, у відкритих системах починають відбуватися процеси, схожі з процесами всередині закритих систем, пов'язані зі зростанням ентропії (хаосу)?

Де межі стійкості в зоні нестійкості та що може бути визначено для системи як критичний стан і, отже, де межі керованості системи, передбачуваності її поведінки, що має особливе значення для соціальних систем?

Такі запитання зумовлюють необхідність глобального методологічного синтезу, що здатний усунути логічні суперечності в межах єдиної, цілісної пояснювальної моделі. Так виникла синергетика – міждисциплінарна універсальна теорія самоорганізації процесів різної природи. Виникла на стику фізики, хімії, біології, астрофізики та інших природничих наук і ввібрала в себе загальнонаукові системні ідеї. Синергетична модель самоорганізації є нині найбільш узагальнюючою та найбільш евристично плідною пояснювальною моделлю, яка описує взаємні переходи порядку й хаосу у еволюції систем, у тому числі соціальних.

3.4. Самоорганізація складних систем. Синергетика

Наприкінці ХХ ст. усе більшого розвитку набуває синергетика – наука про складне, про те, як у хаосі встановлюється певний порядок, який, однак, рано чи пізно руйнується. Синергетика – міждисциплінарний напрям наукових досліджень, що виник на початку 1970-х рр. і ставить за основну мету пізнання загальних закономірностей і принципів, що лежать в основі процесів самоорганізації в системах різної природи: фізичних, хімічних, біологічних, технічних, економічних, соціальних.

Під самоорганізацією в синергетиці розуміються процеси виникнення макроскопічно впорядкованих просторово-часових структур у складних нелінійних системах. Система під дією навіть незначних впливів (флуктуацій) може різко змінити свій стан. Цей перехід часто характеризують як виникнення порядку з хаосу.

Цікаво, що як у встановленні, так і в руйнуванні порядку величезну роль відіграють маленькі впливи (флуктуації). Завдяки ним система в одних випадках набуває впорядкованості, в інших ця впорядкованість, вичерпавши себе, руйнується, при цьому система переходить у стан нестійкості. Зміна режимів стійкості

та нестійкості відбувається в системах, де є "підведення" речовини, енергії чи інформації. До розвитку синергетики наука розглядала окремо хаос і порядок, причому основна увага приділялася порядку, оскільки його можна описати відносно простими математичними рівняннями. Синергетика виявляє шляхи зародження в хаосі порядку, його підтримки й розпаду.

Виходячи з успіхів синергетики, учені пояснюють виникнення й розвиток упорядкованих систем перебудовою хаосу. Усе виникає з хаосу. Оскільки система "забуває" свої минулі стани, то невідомо, що було до хаосу, це неможливо пізнати.

Синергетика ж охоплює всі етапи універсального процесу самоорганізації як еволюції порядку – виникнення, розвиток, самоускладнення й руйнування, тобто весь цикл структурного різноманіття системи. Іншими словами, синергетику можна вважати найповнішою інтегральною теорією порядку й хаосу тому, що вона досліджує різні фази (рівні) порядку і вияви ролі хаосу на різних етапах утворення порядку.

Методологічна перевага синергетики порівняно з іншими теоріями полягає в тому, що останні аналізують процеси впорядкування й організації під специфічним кутом зору. Наприклад, класична соціологія та кібернетика акцентують увагу переважно на проблемах стійкості й рівноваги систем, тобто їхньої керованості, теорія соціальної ентропії – на ролі нерівноваги у формуванні соціального порядку, системний підхід – на умовах збереження цілісності системи та її адаптивних здібностях при зміні навколишнього середовища.

3.4.1. Порядок і хаос: механізми переходу

Перше запитання, яке виникає при вивченні закономірностей самоорганізації, полягає в тому, як вона здійснюється. Найбагатший досвід соціального розвитку протягом кількох тисячоліть однозначно свідчить на користь того, що соціальна самоорганізація є чергуванням двох протилежних процесів – ієрархізації та деієрархізації. Ієрархізація – це послідовне об'єднання елементарних дисипативних структур у дисипативні структури вищого

порядку, деієрархізації – послідовний розпад складних дисипативних структур на простіші. Практично це виявляється, зокрема, у періодичному утворенні грандіозних імперій та їх подальшому катастрофічному розпаді. Подібна картина спостерігається не тільки у сфері політичних, а й будь-яких інших соціальних інститутів. У політичному житті такий процес здається драматичнішим і тому привертає до себе особливу увагу.

Поглиблений аналіз цих процесів показує, що вони можуть перебігати в різних напрямках: дисипативні структури можуть об'єднуватися в різній послідовності й за різними правилами, у результаті чого можуть виникати ієрархічні системи різного типу. Аналогічна картина спостерігається й у випадку деієрархізації: складна дисипативна структура може розпадатися на простіші різними способами, у результаті чого елементарними структурами можуть ставати дисипативні структури різного типу.

Однак спектр напрямів, у яких може перебігати ієрархізація або деієрархізація, аж ніяк не довільний: він задається природою тієї системи, яка зазнає еволюції, і характером зовнішнього середовища. Іншими словами, він визначається біфуркацією – розгалуженням старої якості на безліч потенційно нових. Це називається нелінійністю першого роду, яка надає процесу самоорганізації із самого початку неоднозначного (стохастичного) характеру. Перехід соціальної системи від одного стану до іншого вимагає вибору з безлічі можливих нових структур якоїсь однієї. Тому на місце традиційного динамічного детермінізму приходять істотно новий стохастичний, або ймовірнісний, детермінізм (ланцюжок біфуркацій і послідовність актів вибору).

Картина самоорганізації цим не обмежується. Ланцюжок біфуркацій може не тільки вивести систему з початкового стану, але й повернути її в цей стан. Для конкретної системи, яка взаємодіє з конкретним середовищем, існує свій атрактор – граничний стан, досягнувши якого система вже не може повернутися в жоден з колишніх станів. В існуванні атракторів легко переконатися, спостерігаючи як процес ієрархізації, так і деієрархізації. Ієрархізація в умовах взаємодії із зовнішнім середовищем не може тривати нескінченно: досягнувши деякого граничного ста-

ну (простий атрактор), він зупиняється. Те саме відбувається і з процесом деієрархізації: розпад системи закінчується, досягнувши деякого граничного стану (дивний атрактор).

З цього погляду дисипативна структура зазнає безліч біфуркацій, начебто балансує між простими й дивними атракторами. Якщо за вихідну систему відліку взяти стан, у якому реальність піддається не ієрархізації, а деієрархізації, то процес самоорганізації набуде форми чергування диференціації та інтеграції соціальної реальності.

3.4.2. Соціальна синергетика

Соціальна синергетика досліджує загальні закономірності соціальної самоорганізації, тобто взаємовідносин соціального порядку й соціального хаосу. У першому наближенні ці поняття можуть бути визначені таким чином. Під порядком зазвичай мають на увазі безліч елементів будь-якої природи, між якими існують стійкі (регулярні) відносини, що повторюються в просторі або часі або в тому та іншому. Відповідно хаосом називають безліч елементів, між якими немає стійких (повторюваних) відносин. Оскільки самоорганізація – це якісна зміна деякої об'єктивної реальності, то синергетика – теорія розвитку. Однак таке твердження вимагає суттєвого оновлення поняття "розвиток".

Традиційна теорія (діалектична концепція Г. Гегеля та К. Маркса) розглядала розвиток як процес переходу від одного порядку до іншого. Хаос при цьому або взагалі не враховувався, або вважався побічним (і тому несуттєвим) продуктом закономірного переходу від порядку одного типу до порядку іншого (зазвичай складнішого) типу. У синергетиці ж хаос сприймається як такий само закономірний етап у розвитку, що й порядок. Причому, на відміну від стародавніх наївних уявлень про народження космосу (порядку) з первинного хаосу і подальше перетворення цього космосу знов на хаос, синергетика розглядає процес розвитку як закономірне й багаторазове чергування порядку та хаосу (так званий детермінований хаос).

Подібно до того як розрізняють статичний (повторення тільки в просторі) і динамічний (повторення в часі) порядок, можна розрізнити також статичний (безлад у просторі) і динамічний (безлад у часі) хаос.

Синергетична концепція хаосу істотно відрізняється від тих його інтерпретацій, які абсолютизують хаос (сучасний деконструктивізм): якщо розвиток є закономірним чергуванням порядку й хаосу, то це означає, що хаос володіє "творчою силою" (здатністю) народжувати новий порядок. При цьому істотно, що із синергетичного погляду народження нового порядку з хаосу не є наслідком якоїсь зовнішньої (стосовно даної реальності) сили, а має спонтанний характер. Ось чому синергетика є теорією самоорганізації (а не організації).

Дослідження проблеми взаємовідносин порядку й хаосу не зводиться до вивчення їхніх взаємних переходів. Воно передбачає аналіз тоншого і складнішого питання: яким чином у результаті таких переходів зникає відмінність між цими аспектами реальності та здійснюється їхній синтез.

Найпростіша форма такого синтезу – поняття дисипативної структури – концептуальний фундамент синергетики. На відміну від рівноважної, дисипативна структура може існувати лише за умови постійного обміну із середовищем, у загальному випадку – речовиною, енергією чи інформацією. За допомогою цього обміну вона підтримує свою впорядкованість (кажучи фізичною мовою, низьку ентропію) за рахунок посилення безладу в зовнішньому середовищі (скидання в нього надлишкової ентропії). Таким чином, синтез порядку й хаосу в понятті дисипативної структури має два аспекти: а) її порядок існує лише за рахунок хаосу, що внесений в оточуюче середовище; б) завдяки порядку вона набуває здатності адекватно реагувати на хаотичні дії середовища й тим зберігати свою стійкість, а в її впорядкованій поведінці з'являються хаотичні риси, які стають необхідною умовою її впорядкованого існування.

Повний обмін речовиною, енергією та інформацією характерний лише для дуже складних дисипативних структур, якими є біологічні та соціальні структури. Тривалий час здавалося, що в

неживій природі можливе стійке існування тільки рівноважних структур. Видатним відкриттям ХХ ст. було виявлення дисипативних структур у неживій природі, що існують за рахунок обміну із середовищем речовиною та енергією (гідродинамічні комірки Бенара, хімічний годинник Білоусова тощо). Так було знайдено проміжну ланку між рівноважними та інформаційними дисипативними структурами, завдяки чому поняття дисипативної структури набуло загальнонаукових рис.

Отже, у синергетичному розумінні не існує єдиного, раз і назавжди даного образу порядку. Порядок постає як живий процес, що розвивається, – "стає", але не "став". Тому слід говорити про різні закономірності й характеристики (атрибути) порядку та хаосу на різних етапах порядкуутворення – у період зародження порядку й у період його збереження.

Синергетична інтерпретація порядку як процесу дозволяє усунути суперечності в розумінні порядку й хаосу, що склалися в науці до середини минулого століття. Можна стверджувати, що існують не стільки різні моделі порядку-хаосу, скільки взаємодоповнюючі характеристики різних фаз єдиного процесу порядкуутворення.

Синергетична модель порядкуутворення дозволяє надати нове трактування багатьом соціальним процесам і феноменам, зокрема розв'язати багатовікову дилему про характер соціального порядку.

Ті соціальні процеси, що в повсякденній свідомості ототожнюються з безладом, деструкцією (посилення соціальної неоднорідності, економічної та політичної диференціації, боротьба протилежних суспільних сил, стрімка соціальна динаміка тощо), є не зникненням порядку, а навпаки, показником тенденції зародження нового порядку.

Ті самі соціальні процеси, що зазвичай пов'язують із виявами соціального порядку (зростання соціальної однорідності, стійка соціальна ієрархія, централізм і авторитаризм, відсутність кардинальних змін тощо), є не стільки "вічним образом порядку", скільки тимчасовим етапом збереження порядку в соціальній системі, який неминуче поступиться місцем наступному етапу історичного процесу соціального порядкуутворення.

Розділ 4 МЕГАСВІТ

Астрономія – одна з найдавніших наук, що включає спостереження й пояснення подій, які відбуваються за межами Землі та її атмосфери. Вона вивчає походження, розвиток, властивості об'єктів, що спостерігаються на небі (і перебувають поза межами Землі), а також процеси, пов'язані з ними.

Астрономи досліджують зірки, планети та їхні супутники, комети й метеоритні тіла, туманності, зоряні системи, речовину, що заповнює простір між зірками та планетами, у якому б стані вона не перебувала.

Дані про будову й розвиток небесних тіл, про їхнє положення і рух у просторі дозволяють отримати уявлення про будову Всесвіту загалом.

Астрономія виникла з практичних потреб людства. За розташуванням зір і сузір'їв первісні землероби визначали настання пір року. Кочові племена орієнтувалися за Сонцем і зорями. Необхідність у літочисленні зумовила створення календаря. Є докази, що ще доісторичні люди знали про основні явища, пов'язані зі сходом і заходом Сонця, Місяця й деяких зірок. Періодична повторюваність затемнень Сонця та Місяця була відома дуже давно. Серед найдавніших письмових джерел зустрічаються описи астрономічних явищ, а також примітивні розрахункові схеми для передбачення часу сходу й заходу найяскравіших небесних тіл і методи відліку часу та ведення календаря. Астрономія успішно розвивалась у Стародавньому Вавилоні, Єгипті, Китаї та Індії.

Теорії, які на основі розвинутих арифметики та геометрії пояснювали й передбачали рух Сонця, Місяця і яскравих планет, були створені в країнах Середземномор'я в останні століття дохристиянської ери й разом із простими, але ефективними приладами, служили практичним цілям аж до епохи Відродження.

Найперше великого розвитку досягла астрономія у Стародавній Греції. Піфагор уперше дійшов висновку, що Земля має кулясту форму, а Аристарх Самоський висловив припущення, що

Земля обертається навколо Сонця. Гіппарх у II ст. до н. е. склав один з перших зоряних каталогів, а філософи-атомісти обстоювали множинність планет у Всесвіті. У творі Птолемея "Альмагест" (II ст. н. е.) викладено *геоцентричну систему світу*, яка була загальноприйнятою майже півтори тисячі років. У Середньовіччі астрономія досягла значного розвитку в країнах Сходу. У XV ст. Улугбек спорудив поблизу Самарканда обсерваторію з точними на той час інструментами. Тут було складено перший після Гіппарха каталог зірок. Із XVI ст. починається розвиток астрономії у Європі. Нові вимоги висувались у зв'язку з розвитком торгівлі та мореплавства і зародженням промисловості, вони сприяли звільненню науки від впливу релігії й зумовили цілу низку великих відкриттів.

Народження сучасної астрономії пов'язують із відмовою від геоцентричної системи світу Птолемея (II ст.) і заміною її геліоцентричною системою Миколи Коперника (середина XVI ст.), дослідженнями небесних тіл за допомогою телескопа (Галілео Галілей, початок XVII ст.) і відкриттям закону всесвітнього тяжіння (Ісаак Ньютон, кінець XVII ст.).

XVIII–XIX ст. були для астрономії періодом нагромадження відомостей і знань про Сонячну систему, нашу Галактику й фізичну природу зірок, Сонця, планет та інших космічних тіл. Поява великих телескопів і систематичні спостереження зумовили відкриття, що Сонце входить до складу величезної дископодібної системи, яка складається з багатьох мільярдів зірок – галактики. На початку XX ст. астрономи виявили, що ця система є однією з мільйонів подібних їй галактик.

Відкриття інших галактик стало поштовхом для розвитку позагалактичної астрономії. Дослідження спектрів галактик дало змогу Едвіну Хабблу в 1929 р. виявити явище "розбігання галактик", яке згодом здобуло пояснення на основі загального розширення Всесвіту.

У XX ст. астрономія поділилася на дві основні галузі: спостережну й теоретичну. Спостережна астрономія зосереджена на спостереженнях небесних тіл, які потім аналізують за допомогою основних законів фізики. Теоретична астрономія зорієнто-

вана на розробку моделей (аналітичних чи комп'ютерних) для опису астрономічних об'єктів і явищ. Ці дві гілки доповнюють одна одну: теоретична астрономія шукає пояснення результатам спостережень, а спостережну астрономію застосовують для підтвердження теоретичних висновків і гіпотез.

Науково-технічна революція ХХ ст. надзвичайно вплинула на розвиток астрономії загалом і особливо астрофізики. Створення оптичних і радіотелескопів з високою роздільною здатністю, застосування ракет і штучних супутників Землі для позаатмосферних астрономічних спостережень зумовили відкриття нових видів космічних тіл: радіогалактик, квазарів, пульсарів, джерел рентгенівського випромінювання тощо. Були розроблені основи теорії еволюції зір і космогонії Сонячної системи. Найбільшим досягненням астрофізики ХХ ст. стала релятивістська космологія – теорія еволюції Всесвіту загалом.

В астрономії інформацію переважно отримують від виявлення й аналізу видимого світла та інших спектрів електромагнітного випромінювання в космосі. Астрономічні спостереження можуть бути поділені відповідно до області електромагнітного спектра, у якій виконують вимірювання. Деякі частини спектра можна спостерігати із Землі (тобто її поверхні), а інші спостереження ведуться тільки на великих висотах або в космосі (з космічних апаратів на орбіті). Докладніші відомості про ці групи досліджень наведені нижче.

4.1. Оптична астрономія

В астрономії розв'язуються три основні задачі, які потребують послідовного підходу:

- 1) вивчення видимих і дійсних положень небесних тіл та їхнього руху в просторі, визначення їхніх розмірів і форми;
- 2) вивчення будови небесних тіл, дослідження хімічного складу й фізичних властивостей (густини, температури тощо) речовини, з якої вони складаються;
- 3) розв'язання проблеми походження й розвитку окремих тіл та їхніх систем.

Першу задачу розв'язують шляхом тривалих спостережень, розпочатих ще в глибокій древності, а також на основі законів механіки, відомих давно й фактично виведених із астрономічних спостережень. Тому в цій сфері ми маємо найбільше інформації, особливо щодо небесних тіл, порівняно близьких до Землі.

Про фізичну будову небесних тіл ми знаємо набагато менше. Розв'язання деяких аспектів другої задачі вперше стало можливим не більше століття тому, а до основних проблем удалось підійти лише в останні роки.

Третя задача складніша за дві попередні, оскільки матеріалу для її розв'язання поки ще не достатньо, а наші знання тут обмежуються лише загальними міркуваннями й низкою більш-менш правдоподібних гіпотез.

Історично оптична астрономія (яку ще називають астрономією видимого світла) є найдавнішою формою дослідження космосу. Оптичні зображення спочатку були намальовані від руки. Наприкінці XIX ст. і більшу частину XX ст. дослідження здійснювалися на основі зображень, які здобували за допомогою фотографій, зроблених на фотографічному устаткуванні. Сучасні зображення отримують із використанням цифрових детекторів. Хоча видиме світло охоплює діапазон приблизно від 4000 до 7000 Å (ангстрем, $1 \text{ Å} = 10^{-10} \text{ м} = 10^{-4} \text{ мкм}$), обладнання, що використовується в цьому діапазоні, можна застосувати й для дослідження близьких до нього ультрафіолетового та інфрачервоного діапазонів.

4.1.1. Інфрачервона астрономія

Цей розділ астрономії вивчає космос в інфрачервоних променях, що мають довжину хвилі від 7600 до 10300 Å.

Земна атмосфера з цього діапазону пропускає лише хвилі довжиною 1–1,5 мкм, а решту затримує, поглинає. Тому, щоб зменшити несприятливий вплив повітряної оболонки на процес спостереження крізь інфрачервоне "вікно прозорості", телескопи встановлюють або високо в горах, або відправляють на орбіту

Землі. Інфрачервоне випромінювання небесних об'єктів реєструється спеціальними чутливими приймачами (болOMETрами, фотоопорами, спеціальними фотоемульсіями тощо).

Інфрачервона астрономія досліджує, виявляє та аналізує інфрачервоне випромінювання в космосі. Інфрачервоний спектр корисний для вивчення об'єктів, які занадто холодні, щоб випромінювати видиме світло. Такими об'єктами є планети й навколозіркові диски. Інфрачервоні промені можуть проходити крізь хмари пилу, які поглинають видиме світло, що дає змогу спостерігати молоді зірки в молекулярних хмарах і ядрах галактик. Деякі молекули потужно випромінюють в інфрачервоному діапазоні, що може бути використано для вивчення хімічних процесів у космосі (наприклад виявлення води в кометах).

Інфрачервона астрономія одержала важливі й цікаві результати. В її активі – виявлення водяної пари в атмосферах Венери та Марса, потужного інфрачервоного випромінювання від ядер галактик і квазарів, вимірювання температури поверхні Місяця, відкриття інфрачервоних зір, одержання інфрачервоної фотографії центральної області нашої Галактики тощо.

4.1.2. Ультрафіолетова астрономія

Ультрафіолетова астрономія здебільшого застосовується для детального спостереження за хвилями довжиною приблизно від 100 до 3200 Å (від 10 до 320 нм). Світло з такими довжинами хвиль поглинається атмосферою Землі, тому дослідження цього діапазону виконують у верхніх шарах атмосфери або з космосу. Ультрафіолетова астрономія найкраще підходить для вивчення гарячих зірок, оскільки основна частина їхнього випромінювання припадає саме на цей діапазон. Сюди належать дослідження блакитних зірок в інших галактиках і планетарних туманностей, залишків наднових, активних галактичних ядер. Однак ультрафіолетове випромінювання легко поглинається міжзоряним пилом, тому під час вимірювання слід робити поправку на наявність останнього в космічному середовищі.

4.1.3. Рентгенівська астрономія

Рентгенівська астрономія вивчає астрономічні об'єкти в рентгенівському діапазоні (0.1–100 Å).

Зазвичай рентгенівське випромінювання об'єктів відбувається в таких випадках:

1) синхротронний механізм (релятивістські електрони, що рухаються в магнітних полях);

2) теплове випромінювання від тонких шарів газу, нагрітих вище 10^7 K° – так зване гальмівне випромінювання;

3) теплове випромінювання масивних газових тіл, нагрітих понад 10^7 K° – випромінювання абсолютно чорного тіла.

Оскільки рентгенівське випромінювання поглинається атмосферою Землі, то спостереження за ним здебільшого виконують з орбітальних станцій, ракет або космічних кораблів. До відомих рентгенівських джерел у космосі належать: рентгенівські подвійні зорі, пульсари, залишки наднових, еліптичні галактики, скупчення галактик, а також активні ядра галактик.

4.1.4. Гамма-астрономія

Гамма-астрономія – це розділ астрономії, що вивчає гамма-промені, які приходять від космічних джерел. Гамма-промені є найбільш енергетичною частиною світла (електромагнітного випромінювання), яке поширюється Всесвітом. Вони мають найменшу довжину серед усіх хвиль електромагнітного спектра.

Гамма-астрономія досліджує астрономічні об'єкти з найкоротшою довжиною хвиль електромагнітного спектра. Гамма-промені можуть спостерігатися безпосередньо з таких штучних супутників Землі, як Комптонівська гамма-обсерваторія або спеціалізовані атмосферні телескопи Черенкова. Ці телескопи фактично не виявляють гамма-промені безпосередньо, а фіксують спалахи видимого світла, що утворюється під час поглинання гамма-променів атмосферою внаслідок різноманітних фізичних процесів, які відбуваються із зарядженими частинками, що виникають під час поглинання, на кшталт ефекту Комптона або черенковського випромінювання.

Більшість джерел гамма-випромінювання є фактично джерелами гамма-сплесків, які випромінюють тільки гамма-промені протягом короткого проміжку часу від кількох мілісекунд до тисячі секунд, перш ніж розв'язитися в просторі космосу. Тільки 10 % від джерел гамма-випромінювання не є перехідними. До стійких гамма-випромінювачів належать пульсари, нейтронні зірки й кандидати на чорні дірки в активних галактичних ядрах.

Гамма-промені виникають унаслідок таких астрономічних подій, як вибухи наднових, розпад позитронів, утворення чорних дір і навіть розпад радіоактивних матеріалів (гамма-розпад) у космосі. Однак вважається, що більшість астрономічних гамма-променів утворюються шляхом не радіоактивного розпаду, а прискорення електронів і електрон-фотонних взаємодій, тобто в процесах, аналогічних утворенню рентгенівських променів, але які мають місце при вищих енергіях. Тому в астрономічній літературі часто використовують термін "гамма-промені" за аналогією з терміном "рентгенівські промені".

Відкриття космічних гамма-променів відбулося наприкінці 1960 – на початку 1970-х рр. завдяки запуску цілої серії військових супутників "Велла", які мали фіксувати можливі випробовування чи використання ядерної зброї. Однак, як часто це трапляється, військові зробили добру справу для астрономів, тому що відразу після запуску супутники почали реєструвати постійний потік високоенергетичних частинок із космосу.

4.2. Радіоастрономія

Радіоастрономія – розділ астрономії, що вивчає космічні об'єкти шляхом дослідження їхнього електромагнітного випромінювання в діапазоні радіохвиль. Радіоастрономія виникла в 30-ті рр. ХХ ст. разом з першими радіотелескопами.

Радіоастрономія – це дослідження випромінювання з довжиною хвилі більше 1 мм (приблизно). Радіоастрономія відрізняється від більшості інших видів астрономічних спостережень тим, що досліджувані радіохвилі можна розглядати саме як хвилі, а не як окремі фотони. Можна виміряти як амплітуду, так і фазу радіохвилі, що важко зробити на діапазонах коротших хвиль.

Хоча деякі радіохвилі випромінюються астрономічними об'єктами як теплові, більшість радіовипромінювання, що спостерігається із Землі, є за походженням синхротронним і виникає, коли електрони рухаються в магнітному полі. Крім того, деякі спектральні лінії утворюються міжзоряним газом, зокрема спектральна лінія нейтрального водню довжиною 21 см.

У радіодіапазоні спостерігається широке розмаїття космічних об'єктів, зокрема наднові зірки, міжзоряний газ, пульсари та активні ядра галактик.

Ще в кінці XIX ст. висловлювались припущення про існування радіовипромінювання Сонця. Однак космічне радіовипромінювання вперше виявив лише в 1931 р. американський учений Карл Янський. У 1942 р. було виявлено радіовипромінювання Сонця, у 1945 – Місяця, у 1946 р. відкрили перше дискретне джерело радіовипромінювання в сузір'ї Лебедя. Інтенсивний розвиток радіоастрономії пов'язаний з розробкою у другій половині XX ст. чутливих приймачів радіосигналів і побудовою великих антенних систем, що дало змогу сконструювати досконали радіотелескопи. Радіоджерелами є галактики, хмари іонізованого та нейтрального водню, емісійні туманності, Сонце та інші радіозірки, планети Сонячної системи – об'єкти, відомі астрономам, а також раніше зовсім невідомі – радіогалактики, квазари, реліктове випромінювання, пульсари тощо.

Залежно від об'єктів дослідження радіоастрономія умовно поділяється на галактичну й метagalacticну. Радіовипромінювання космічних об'єктів може мати теплову природу або визначатись нерівноважними процесами в космічній плазмі, зокрема магнітогальмівним (синхротронним) випромінюванням. Джерелами теплового радіовипромінювання є планети Сонячної системи, хмари нейтрального водню, емісійні туманності. Магнітогальмівне випромінювання спостерігається у квазарів, радіогалактик, залишків наднових зір та інших об'єктів, воно завжди поляризоване. Спектр космічного радіовипромінювання, крім неперервного, може бути й лінійчатим. Джерела радіоліній – міжзоряний водень і щільні хмари дифузної матерії в нашій та інших галактиках.

4.3. Ракетні космічні дослідження

Дослідження за допомогою космічної техніки посідають особливе місце серед методів вивчення небесних тіл і космічного середовища. Початок було покладено запуском у СРСР у 1957 р. першого у світі штучного супутника Землі. Космічні апарати дали змогу здійснювати дослідження в усіх діапазонах довжин хвиль електромагнітного випромінювання. Тому сучасну астрономію часто називають усехвильовою. Позаатмосферні спостереження дозволяють приймати в космосі випромінювання, які поглинає або дуже змінює земна атмосфера: далекі ультрафіолетові, рентгенівські й інфрачервоні промені, радіовипромінювання деяких довжин хвиль, що не доходять до Землі, а також корpusкулярні випромінювання Сонця та інших тіл.

Дослідження цих раніше недоступних видів випромінювання зір і туманностей, міжпланетного та міжзоряного середовища дуже збагатили наші знання про фізичні процеси у Всесвіті. Зокрема, були відкриті невідомі раніше джерела рентгенівського випромінювання – рентгенівські пульсари. Багато інформації про природу найвіддаленіших від нас тіл та їхніх систем також здобуто завдяки дослідженням, виконаним за допомогою спектрографів, установлених на різних космічних апаратах.

Зазначимо місію "Розети" – космічного апарата, запущеного Європейським космічним агентством 2 березня 2004 р. Мета польоту – дослідження комети Чурюмова – Герасименко, яку було відкрито 23 жовтня 1969 р. Климом Чурюмовим у Києві. Апарат складався із двох частин: власне зонда "Розета" (англ. *Rosetta space probe*), що вийшов на орбіту комети, і спускового модуля "Філі" (англ. *Philae lander*), який здійснив м'яку посадку на комету. Назва зонда походить від Розетського каменя, за допомогою якого вчені змогли розшифрувати давньоєгипетські ієрогліфи.

У серпні 2014 р. апарат уперше в історії підійшов упритул до комети й супроводжував її до Сонця, а 12 листопада 2014 р. на поверхню її ядра здійснив м'яку посадку спусковий апарат "Філі". Місію апарата завершено 30 вересня 2016 р.

4.4. Магнітосфера Землі та її вплив на біосферу

4.4.1. Магнітосфера Сонця

Однією з найчудовіших особливостей Сонця є майже періодичні, регулярні зміни різних виявів сонячної активності, тобто всієї сукупності явищ на Сонці. До них належать сонячні плями – ділянки із сильним магнітним полем і, унаслідок цього, зниженою температурою, сонячні спалахи – наймогутніші й найшвидші вибухові процеси, що впливають на всю сонячну атмосферу над активною ділянкою, і сонячні волокна – плазмові утворення в магнітному полі сонячної атмосфери, що мають вигляд витягнутих (до сотень тисяч кілометрів) волоконподібних структур.

Коли волокна виходять на видимий край (лімб) Сонця, можна бачити грандіозні за масштабом активні або спокійні утворення – *протуберанці*, що вирізняються розмаїттям форм і складною структурою. Потрібно ще зазначити *корональні діри* – ділянки в атмосфері Сонця з відкритим у міжпланетний простір магнітним полем. Це своєрідні "вікна", з яких викидається високошвидкісний потік сонячних заряджених частинок.

Сонячні плями – найбільш відомі явища на Сонці. Уперше в телескоп їх спостерігав Г. Галілей у 1610 р. Відомі прекрасні гравюри, що їх зображують, опубліковані ще в 1613 р. у його знаменитих листах про сонячні плями.

Наприкінці XIX ст. два спостерігачі – Г. Шперер у Німеччині та Е. Маундер в Англії – указали на той факт, що протягом 70-літнього періоду аж до 1716 р. плям на сонячному диску було дуже мало. Уже в наш час Д. Едді, заново проаналізувавши ті дані, дійшов висновку, що в той період був спад сонячної активності, названий Маундерівським мінімумом.

У 1843 р., після двадцятирічних спостережень, аматор астрономії Г. Швабі з Німеччини зібрав досить багато даних, які свідчили, що кількість плям на диску Сонця циклічно міняється, досягаючи мінімуму приблизно кожні одинадцять років. Р. Вольф із Цюріха зібрав усі відомі дані про плями, систематизував їх,

організував регулярні спостереження й запропонував оцінювати ступінь активності Сонця спеціальним індексом, що визначає міру його "заплямованості". Індекс ураховує як кількість плям, що спостерігаються в певний день, так і кількість груп сонячних плям на диску Сонця. У 1749 р. він отримав назву *числа Вольфа*. Крива середньорічних чисел Вольфа показує періодичні зміни кількості сонячних плям.

Числа Вольфа витримали випробування часом, але на сучасному етапі необхідно вимірювати сонячну активність кількісними методами. Сучасні сонячні обсерваторії здійснюють регулярні патрульні спостереження за Сонцем, використовуючи як міру активності оцінку площ сонячних плям у мільйонних частках площі видимої сонячної півсфери (м. ч. п.). Цей індекс якоюсь мірою відображає величину магнітного потоку, зосередженого в плямах, крізь поверхню Сонця.

Групи сонячних плям з усіма супутніми явищами є частинами активних ділянок, на яких розвивається корональна конденсація, де густина речовини в кілька разів перевищує щільність навколишнього середовища. Усі ці явища об'єднані інтенсивним магнітним полем, що досягає величини кількох тисяч гаусів на рівні фотосфери.

Найдужчими виявами сонячної активності, що впливають на Землю, є *сонячні спалахи*. Вони розвиваються в активних областях зі складною будовою магнітного поля і проникають крізь усю товщу сонячної атмосфери. Енергія великого сонячного спалаху досягає величини, яку можна порівняти з кількістю сонячної енергії, що наша планета отримує протягом цілого року. Це приблизно в 100 разів більше всієї теплової енергії, яку можна було б одержати при спалюванні всіх розвіданих запасів нафти, газу та вугілля.

В активних ділянках основна послідовність спалахів великої й середньої потужності спостерігається за обмежених інтервал часу (40–60 год), у той час як малі спалахи відбуваються практично постійно. Це зумовлює підйом загального фону електромагнітного випромінювання Сонця. Тому для оцінки сонячної активності, пов'язаної зі спалахами, почали застосовувати спеці-

альні індекси, прямо пов'язані з реальними потоками електромагнітного випромінювання.

З розвитком супутникових досліджень Сонця з'явилася можливість прямих вимірів потоку рентгенівського випромінювання в окремих діапазонах.

З 1964 р. використовують як індекс, що характеризує ступінь активності Сонця, кількість сонячних спалахів за місяць.

Сонячна активність має циклічний характер із середньою тривалістю циклу в 11,2 року. Нумерація сонячних циклів починається з того моменту, коли починаються регулярні щоденні спостереження за кількістю плям. Епоха, коли кількість активних ділянок буває найбільшою, називається максимумом сонячного циклу, а коли їх майже немає – мінімумом.

За останні 80 років цикли трохи прискорилися, а їхня середня тривалість зменшилася приблизно до 10,5 року. За останні 250 років найкоротший період становив 9 років, а найтриваліший – 13,5 року. Іншими словами, сонячний цикл є регулярним лише в середньому. Для підйомів і спадів сонячних циклів існує деяка закономірність. Можливо, це вказує на існування тривалішого циклу, що становить приблизно 80–90 років. Незважаючи на різну тривалість окремих циклів, кожному з них властиві загальні закономірності.

Чим інтенсивнішим є цикл, тим менша тривалість його підйому й довша тривалість спаду, але для циклів малої інтенсивності – навпаки, тривалість підйому перевищує тривалість спаду. В епоху мінімуму протягом деякого часу плям на Сонці зазвичай немає. Потім вони починають з'являтися далеко від сонячного екватора.

Одночасно зі зростанням кількості сонячних плям самі плями мігрують у напрямку сонячного екватора, що нахилений до площини орбіти Землі (тобто до екліптики) під кутом 7° . М. Шперер був першим, хто досліджував ці зміни із широтою. Він і Р. Кэррінгтон (англійський астроном-аматор) здійснили серію спостережень періодів обертання плям і встановили той факт, що Сонце не обертається як тверде тіло – наприклад, на широті 30° період обертання плям навколо Сонця на 7 % більше, ніж на екваторі.

До кінця циклу плями переважно з'являються поблизу широти 5° . У цей час на високих широтах уже можуть з'являтися плями нового циклу.

У 1908 р. Д. Хейл відкрив, що сонячні плями супроводжуються сильним магнітним полем. Пізніші виміри магнітного поля в групах, що складаються з двох сонячних плям, показали, що останні мають протилежні магнітні полярності. Це свідчить, що силові лінії магнітного поля виходять з однієї плями та входять в іншу.

Протягом одного сонячного циклу в одній півсфері (північній чи південній) ведуча пляма (за напрямком обертання Сонця) має постійну полярність. По інший бік екватора полярність ведучої плями протилежна. Така ситуація зберігається протягом усього поточного циклу, а потім, коли починається новий цикл, полярності ведучих плям змінюються.

Вихідна картина магнітних полярностей відновлюється через 22 роки, визначаючи магнітний цикл Сонця. Це означає, що повний магнітний цикл Сонця складається з двох одинадцятирічних – парного й непарного, причому парний цикл зазвичай менше непарного.

Одинадцятирічною циклічністю характеризуються багато інших активних утворень на Сонці – площа плям, частота й кількість спалахів, кількість волокон (і відповідно протуберанців), а також форма корони. В епоху мінімуму сонячна корона має видовжену форму, якої надають їй довгі промені, викривлені в напрямку вздовж екватора. У полюсів спостерігаються характерні короткі промені – *полярні щітки*. Під час максимуму форма корони стає округлою завдяки великій кількості прямих радіальних променів.

4.4.2. Магнітосфера Землі

Усе на Землі залежить від Сонця, яке постачає їй значну частину енергії. Спокійне Сонце (за відсутності на його поверхні плям, протуберанців, спалахів) характеризується постійністю в часі електромагнітного випромінювання в усьому його спектра-

льному діапазоні (що включає рентгенівські, інфрачервоні промені, ультрафіолетові хвилі, видимий спектр, промені радіодіапазонів), а також сонячного вітру – слабого потоку електронів, протонів, ядер гелію, що є радіальним витіканням плазми сонячної корони в міжпланетний простір.

Магнітне поле планет (у тому числі Землі) служить захистом від сонячного вітру, але частина заряджених частинок може проникати всередину магнітосфери Землі. Це відбувається переважно у високих широтах, де існують два "вікна": одне в північній, інше – у південній півкулі. Взаємодія таких заряджених частинок з атомами й молекулами атмосфери породжує північне сяйво.

Енергія, що надходить у вигляді цих частинок, далі розподіляється завдяки різним процесам навколо всієї земної кулі, у результаті чого відбуваються зміни в атмосфері та іоносфері на всіх широтах. Однак на середніх і низьких широтах вони відбуваються через певний час після подій у високих широтах. Тому наслідки вторгнення частинок сонячного вітру досить різноманітні залежно від регіону.

Хвильове випромінювання Сонця поширюється прямолінійно зі швидкістю 300 тис. км/с і доходить до Землі за 8 хв. Молекули й атоми атмосфери поглинають і розсіюють його вибірково (на деяких частотах). Періодично, з періодом приблизно 11 років, відбувається зміна сонячної активності (виникають сонячні плями, хромосферні спалахи, протуберанці в короні Сонця). У цей час підсилюється хвильове сонячне випромінювання на різних частотах, із сонячної атмосфери викидаються в міжпланетний простір потоки електронів, протонів, ядер гелію, енергія і швидкість яких набагато більше, ніж енергія і швидкість частинок сонячного вітру. Цей потік частинок поширюється в міжпланетному просторі як під дією поршня. Через 12–24 год він досягає орбіти Землі. Під його тиском магнітосфера Землі на денному боці стискується у два і більше разів (з десяти радіусів Землі в нормі – до трьох – чотирьох), що викликає збільшення напруженості магнітного поля. Так починається світова магнітна буря.

Період, коли магнітне поле збільшується, називається *початковою фазою магнітної бурі*. Він триває 4–6 год. Далі магнітне

поле повертається до норми, а потім його величина починає зменшуватися, тому що сонячний корпускулярний потік уже вийшов за межі магнітосфери, а процеси всередині останньої зумовили зменшення напруженості магнітного поля. Цей період зниженого магнітного поля називається *головною фазою світової магнітної бурі*. Він триває 10–15 год. За головною фазою йде *відновлювальна* (кілька годин), коли магнітне поле відновлює свою величину. У кожному регіоні збурювання магнітного поля відбувається по-різному.

На біосферу діє ціла низка космічних факторів, які викликають зміни в магнітосфері планети в результаті впливу на неї сонячних корпускулярних потоків. Розглянемо деякі з них.

1. *Інфразвук*, тобто акустичні коливання дуже низької частоти. Він виникає в полярних сьйвах, у високих широтах і поширюється на всі широти та довготи, тобто є глобальним явищем. Через 4–6 год від початку світової магнітної бурі амплітуда коливань у середніх широтах плавно збільшується. Після досягнення максимуму вона поступово зменшується протягом кількох годин. Інфразвук генерується не тільки при полярних сьйвах, але й при ураганах, землетрусах, вулканічних виверженнях таким чином, що в атмосфері існує постійний фон цих коливань, на який накладаються коливання, пов'язані з магнітною бурею.

2. *Мікропульсації* – короткоперіодичні коливання магнітного поля Землі (із частотами від кількох герців до кількох кілогерців). Мікропульсації з частотою від 0,01 до 10 Гц діють на біологічні системи, зокрема нервову систему людини (2–3 Гц), збільшуючи час реакції на зовнішній сигнал, впливають на психіку (1 Гц), викликаючи журбу без видимих причин, страх, паніку. З ними також пов'язують збільшення частоти захворювань та ускладнень з боку серцево-судинної системи.

3. Також у цей час міняється *інтенсивність ультрафіолетового випромінювання*, що потрапляє до поверхні Землі через зміну озонового шару у високих широтах у результаті дії на нього прискорених частинок.

З усіх захворювань, на які впливає магнітосфера, серцево-судинні найочевидніше пов'язані із сонячною й магнітною акти-

вністю. Виявлено також достовірний і стійкий зв'язок серцево-судинних захворювань із хромосферними спалахами і геомагнітними бурями.

Сонячна активність впливає й на онкохвороби. Установлено, що в роки її зниження захворюваність на злоякісні пухлини зростає. Найбільша захворюваність на рак має місце в період спокійного Сонця, найменша – при найвищій сонячній активності. Припускають, що це пов'язано з гальмівною дією сонячної активності на малодиференційовані клітинні елементи, у тому числі на ракові клітини.

Дослідження в різних країнах на великому фактичному матеріалі показали, що кількість нещасних випадків і транспортного травматизму збільшується під час сонячних і магнітних бур, що пояснюється змінами діяльності центральної нервової системи. При цьому збільшується час реакції на зовнішні світлові та звукові сигнали, з'являється загальмованість, повільність, погіршується кмітливність, збільшується ймовірність прийняття неправильних рішень.

Сонце освітлює та зігріває нашу планету, без нього було б неможливе життя на ній не тільки людини, але навіть мікроорганізмів. Сонце – головний (хоча й не єдиний) двигун процесів, що відбуваються на Землі. Однак не тільки тепло і світло одержує Земля від Сонця. Різні види сонячного випромінювання й потоки частинок впливають на неї.

Сонце посилає на Землю електромагнітні хвилі всіх ділянок спектра – від багатокілометрових радіохвиль до гамма-променів. Околиць Землі досягають також заряджені частинки різних енергій – як високих (сонячні космічні промені), так низьких і середніх (сонячний вітер, викиди від спалахів). Також Сонце випромінює могутній потік елементарних частинок – нейтрино. Однак вплив останніх на земні процеси зовсім малий: для них земна куля "прозора", вони вільно пролітають крізь неї.

Лише дуже мала частка заряджених частинок з міжпланетного простору потрапляє в атмосферу (інші відхиляє чи затримує геомагнітне поле). Однак їхньої енергії достатньо для того, щоб

викликати полярні сьйва та зміни магнітного поля. Усе це немичуче впливає на все живе і, можливо, неживе на планеті Земля.

4.5. Космічні ритми й астрологія

Астрологія – це антинаукове вчення, згідно з яким начебто можливо на основі спостережень за розташуванням і рухом небесних тіл передбачити майбутнє окремих осіб і людства. Виникла в стародавні часи як наслідок нерозуміння людиною справжніх причин природних явищ і обожнення небесних світил. Була поширена в середні віки. Розвиток астрономії, зокрема вчення М. Коперника про геліоцентричну систему світу, довели антинауковість астрології. Проте астрологія досі поширена в деяких країнах, там існують астрологічні товариства, видається відповідна література.

Головний об'єкт астрології – людина в усіх аспектах її фізичного, психічного й загального виявів. Основний тезис астрології: ритми керують світом. Ритмічно змінюють одна одну пори року. Ритмічно пульсує Земля. Ритмічно б'ється наше серце, нахилене, до речі, до вертикальної осі тіла приблизно під тим самим кутом, що й земля вісь відносно вертикалі земної орбіти. Більше 400 ритмічних біохімічних реакцій одночасно відбуваються в нашому організмі.

Регулярна повторюваність деяких астрономічних подій, їхня точна кореляція і зв'язок з подіями на Землі дали можливість древнім жерцям-астрономам передбачати події, що відігравали важливу роль у житті людей. Відомості про зміну сезонів, наближення розливу Нілу, настання періоду дощів, що були серйозним випробуванням для землевласників, безумовно підвищували авторитет жерців. Введення календаря зробило їхню роботу необхідною для керівників держав, оскільки дозволяло узгоджено проводити масштабні державні заходи, наприклад релігійні свята, або координувати терміни загальнодержавних робіт з будівництва гігантських пірамід і храмів. Так народилась натуральна астрологія.

Загалом зацікавленість астрологією була зумовлена не лише астрономічними причинами. Час від часу відбувалися події, що не зачіпали економічних інтересів населення, натомість викликали загальний інтерес, а інколи й жах. Ідеться про сонячні й місячні затемнення, появу комет і метеоритних дощів тощо.

У результаті багатолітніх спостережень жерці зазначили закономірності в цих подіях і навчилися передбачати деякі з них. Першими серед прогнозованих небесних явищ стали сонячні й місячні затемнення. Уміння передбачати їх вагомо зміцнило авторитет жерців. Уже чотири тисячоліття тому точність передбачення затемнень була дуже високою.

Відносно високого рівня астрологія досягла в першому тисячолітті до нашої ери в країнах Межиріччя. Храмові жерці Вавилону й Ассирії постійно спостерігали за положенням Місяця та планет і повинні були регулярно посилати царю звіти про те, що відбулося на небі, зі своїми коментарями. Бібліотека царя Ашшурбаніпала (669–633 рр. до н. е.) служила своєрідним архівом, у якому зберігалися ці звіти, а для повнішого їхнього тлумачення збиралися й копії всіх старих документів.

Не маючи можливості пояснити свої спостереження за допомогою практичної математичної теорії, жерці все ж таки виробили деякі правила для передбачення положення планет серед зірок. Це зумовило буйний розквіт астрології в період ассірійського правління. З тих пір і закріпилась за астрологами назва "халдеї" – за іменем племен, що заселяли Межиріччя.

При дворах можновладних монархів, які, намагаючись розширити свої володіння, вели безперервні війни, астрологія знаходила хороший ринок збуту. Можна не сумніватися в тому, що астрономічні спостереження в ті часи проводилися спеціально для складання пророцтв. Однак накопичення спостережного матеріалу рано чи пізно не могло не зумовити якісний стрибок у науці про зорі.

У часи, коли астрологія розвивалася у вавилонській культурі, учені Древньої Греції не були нею охоплені. Їхні роздуми були сповнені логіки й не залежали від культури епохи. Наприклад, Арістотель скептично ставився до міфів власного народу і вва-

жав, що не слід притримуватися думки, начебто для збереження Неба необхідний Атлант. Астрологічні погляди не знаходили місця у системі світу, розвиненій Арістотелем.

Картина змінилася, коли після завоювання Персії Олександром Македонським Схід і Захід зустрілися. Поєднання східного багатства експериментальних фактів і грецької здатності до абстрактного міркування поклало початок "золотого періоду" древньої науки. Однак разом зі східними знаннями до західних народів потрапила й астрологія.

У Древній Греції астрологія стала складовою, але не домінуючою частиною науки про зорі. Із історії нам відомо, що ще 28 травня 585 р. до н. е. спостерігалось повне сонячне затемнення, яке вперше передбачив знаменитий грецький учений Фалес на основі знань сароса – періоду, що дорівнює 18 рокам і 11,3 дня, після закінчення якого затемнення повторюються в тому самому порядку. Згодом, коли грецький учений Посідоній звернув увагу на залежність припливів від положення Місяця, цей факт був розтлумачений як доказ впливу планет на наше життя.

Вершиною античної астрономії за правом вважають відому працю Клавдія Птолемея "Математична побудова" (II ст. н. е.). Цей твір, який греки коротко назвали "Синтаксис", а згодом араби – "Альмагест", тобто "Величавий", став астрономічною енциклопедією свого часу. У ньому викладена геоцентрична система світу, згідно з якою рух планет і Сонця відбувається навколо Землі. Система Птолемея протрималась більше 15 віків. Однак відомий голландський історик астрономії А. Паннекук вважає, що знання планетних рухів Птолемеєм і його колеги вважали лише засобом для досягнення вищої цілі, а саме передбачення майбутніх подій на Землі та долі людства.

Імовірно, астрологія була поширена серед стоїків, філософська позиція яких ґрунтувалась на фаталізмі – вірі в долю. Стоїки протягом багатьох віків зберігали поему "Явлення", яка була для широкої публіки посібником астрономії та метеорології.

У багатьох римських імператорів астрологи були у великій пошані. Наприклад, імператор Август позитивно ставився до астрологів, і йому присвячена поема Манілі "Астрономіка" –

найдревніша зі збережених пам'яток римської астрології. Астрономічними прогнозами цікавилися Тиберій і Калігула. Проте відомі імператори, що ставилися до астрологів недоброзичливо. Наприклад, у часи правління Клавдія і Віфелія астрологів виганяли з держави.

Деякі імператори вчиняли дуже обережно. Подібно Віспасіану, вигнавши астрологів з Риму, вони зберігали їх при своєму дворі. Інші ставилися до астрологів поблажливо й не тільки дозволяли школи астрологічного мистецтва, але й утримували їх за рахунок держави.

Однак освічені представники римського суспільства – Цицерон, Сенека, Лукрецій Кар та інші – завжди ставилися до астрології скептично. Секст Емпірик посвятив критиці астрології спеціальний твір, який назвав "Проти астрологів". У цій праці філософ показує різницю між астрономією та натуральною астрологією, з одного боку, і астрологією "у розумінні вчення про генетури", тобто мистецтвом складання гороскопів, – з іншого.

Важко сказати, досягла критика своєї мети чи більше вплинули політичні й релігійні мотиви, але відомо, що імператор Діоклетіан – сучасник Емпірика, а потім наступні імператори переслідували астрологів. Згодом до переслідувань імператорів приєдналось прокляття християнської церкви. Воно було направлене проти всіх астрологів, оскільки Промисел Божий, що віддзеркалював свободу волі вищих істот, і доля, відображена в русі зірок, здавалися несумісними.

У період, коли Європа стала варварською і безсилою, відбувається стрімкий розвиток арабського Сходу. Араби завоювали весь південь Європи й панували на Середземному морі. Під впливом торгівлі та ремесел у IX–X ст. ісламська культура досягла найвищого розквіту, центр наукової думки перемістився у країни ісламу. У цю епоху швидкий підйом астрономії відбувається в Північній Африці, на Середньому Сході та в мавританській Іспанії.

Про великі успіхи середньовічної астрономії в ісламському світі свідчать такі терміни арабського походження, як *зеніт*, *надир*, *азимут*, *алгебра*, або назви зірок – *Вега*, *Альтамер*, *Денеб*,

Бетельгейзе, Рігель, Мірах та ін. Інколи це дослівні переклади арабською грецьких назв, запропонованих Птоломеем.

Найбільшого розквіту астрологія досягла у Європі в середні віки. Близько 1000 р. європейський світ почав набувати могутності й потроху ставав незалежним. Церква перетворювалась на добре організовану ієрархічну систему, якою керував Рим. Папство захопило духовну владу й почало наступ на мусульманський світ. Відомо, що вчений Герберт, пізніше папа Сильвестр II (999–1003), будучи в мусульманській Іспанії, цікавився книгами із астрономії та навіть залишив твір про спостереження зірок за допомогою астролябії. У XI–XII ст. арабські книги активно перекладаються латинською мовою.

У трьох великих мислителів XIII ст. – Альберта Магкуса, Фоми Аквінського та Роджера Бекона – погляди на астрологію були схожими. Вони вважали, що Бог управляє нижчими створіннями за допомогою вищих, а зірки є проміжними ланками для управління земними тілами. Таким чином, рух зірок спричиняє життя на Землі, а з'єднання планет порушують правильний порядок подій.

У XIII–XV ст. у всіх європейських столицях можна було зустріти придворних астрологів, а в університетах Падуї, Парижа та інших відкривались кафедри астрології. Цьому сприяв прогрес астрономії, що знову стала спостережною наукою у Європі, дуже необхідною для мореплавання – наставала епоха Колумба і Магеллана. Виникло книгодрукування, яке сприяло розповсюдженню точно розрахованих астрономічних таблиць, наприклад таблиць Йогана де Монте Регіо, відомого в астрономічній літературі як Регіомонтан (1436–1476). Саме "Ефемеріди" Регіомонтана допомогли Колумбу, який потрапив у небезпечну ситуацію серед американських індіців, передбачити місячне затемнення 29 лютого 1504 р., що сповнило індіців жахом.

Уміння передбачати небесні явища викликали здивування й у європейців. З розвитком книгодрукування в їхньому середовищі почали розповсюджуватися календарі та альманахи. Книгодрукування сприяло тому, що астрономічне вчення розповсюдилось у всіх станах суспільства.

У цю епоху жили двоє знаменитих нині людей, що займалися астрологією. Першим з них був Микола Коперник (1473–1543), астроном, про якого можна сказати, що він "зупинив Сонце і закрутив Землю". Однак за життя Коперник був відомий лише вузькому колу вчених.

Інший знаменитий астролог, Нострадамус (1503–1566), був дуже шанований своїми сучасниками. Він був запрошений Катериною Медичі до французького двору як особистий лікар Карла IX. Як нам відомо із історії, книгу Коперника засудила католицька церква, і вона потрапила до "Індексу заборонених книг" у 1616 р. Те саме сталося і з працями Нострадамуса у 1781 р. Проти них була спрямована папська заборона. Навіть з порівняння дат видно, що в істинній науці релігія бачила більшу небезпеку, ніж у астрології.

Нині Церква однодушно виступає проти астрології, викриваючи її як різновид магії, засіб спілкування з демонами, а астрологів прирівнює до "грішних ангелів, що спокушають людський рід", і строго забороняє спілкування християн з "ворогами Божими".

ЛІТЕРАТУРА

- Кедров Б. М.** Классификация наук / Б. М. Кедров. – М., 1965.
- Milutin Milanković.** Nauka i tehnika tokom vekova / Milanković Milutin. – Sarajevo, 1955. – P. 6.
- Данилова В. С.** Основные концепции современного естествознания / В. С. Данилова, Н. Н. Кожевников. – М., 199.
- Николис Г.** Познание сложного / Г. Николис, И. Пригожин. – М., 1990.
- Николис Г.** Самоорганизация в неравновесных системах / Г. Николис, И. Пригожин. – М., 1979.
- Пригожин И.** От существующего к возникающему: Время и сложность в физических науках / И. Пригожин. – М., 1985.
- Пригожин И.** Время, хаос, квант: К решению парадокса времени / И. Пригожин, И. Стенгерс. – М., 1994.
- Пригожин И.** Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой / И. Пригожин, И. Стенгерс. – М., 1986.
- Хакен Г.** Синергетика / Г. Хакен. – М., 1980.
- Ландау Л. Д.** Статистическая физика / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. – М., 2005. – Т. 5.
- Сугаков В. Й.** Основы синергетики / В. Й. Сугаков. – К., 2001.
- Синергетика:** сб. статей / под ред. Б. Б. Кадомцева. – М., 1984.
- Астрономія.** Астрономічний енциклопедичний словник / за загал. ред. І. А. Климишина та А. О. Корсунь. – Львів, 2003. – С. 39.
- Астрономія** / П. І. Попов та ін. – К., 1950.