

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова

О. В. ПАТЛАЙЧУК, О. П. СТУПАК

ІСТОРИЧНІ ТИПИ НАУКОВОЇ РАЦІОНАЛЬНОСТІ

Навчальний посібник

Рекомендовано Методичною радою НУК



2024

УДК 001.1:101(075.8)

П20

Автори: О. В. Патлайчук, канд. філос. наук, доцент;

О. П. Ступак, старш. викладач

Рецензенти: Л. В. Броннікова, канд. філос. наук, доцент кафедри соціології та політології Чорноморського національного університету ім. Петра Могили;

К. Г. Трибулькевич, д-р пед. наук, доцент, завідувачка кафедри професійної психології Національної академії СБ України

*Рекомендовано Методичною радою НУК ім. адмірала Макарова
як навчальний посібник*

Патлайчук О. В.

П20

Історичні типи наукової раціональності : навчальний посібник /
О. В. Патлайчук, О. П. Ступак. – Миколаїв : НУК, 2024. – 112 с.

Розглянута одна з головних тем, яка складає зміст дисципліни «Філософія науки». Послідовно дається визначення наукової раціональності як предмета дослідження; розкривається сутність терміна «наукова революція», роз'яснюється її вплив на вибір нових стратегій дослідження та вплив на тип наукової раціональності; дається визначення типам наукової раціональності, що історично виникли. В окремих розділах роботи розглядаються етапи формування класичного, некласичного та постнекласичного типів наукової раціональності. Окремо подано список літератури, яку можна використати для підготовки, перелік питань для обговорення на семінарських заняттях, тестові завдання.

Призначено для аспірантів та здобувачів наукового ступеня «доктор філософії», а також усіх, хто цікавиться філософськими і соціальними проблемами науки та її перспективами в розвитку сучасної цивілізації.

УДК 001.1:101(075.8)

© Патлайчук О. В., Ступак О. П., 2024

© Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова, 2024

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА.....	4
Тема 1. Наукова раціональність як філософська проблема. Історичні типи наукової раціональності.....	5
1.1. Раціональність наукова та філософська.....	5
1.2. Що таке наукова революція?.....	7
1.3. Наукова революція як вибір нових стратегій дослідження.....	14
1.4. Глобальні наукові революції.....	22
1.5. Історичні типи наукової раціональності.....	29
Тема 2. Класичний і некласичний типи наукової раціональності.....	32
2.1. Історія наукової раціональності як предмет дослідження.....	32
2.2. Виникнення передумов наукової раціональності у Стародавньому світі та в Середньовіччі.....	41
2.3. Зародження і розвиток класичної науки.....	57
2.4. Некласична наука.....	71
Тема 3. Становлення нелінійної науки та постнекласичного типу наукової раціональності.....	81
3.1. Головні характеристики сучасної, постнекласичної науки.....	81
3.2. Синергетичні системи та нові стратегії наукового пошуку.....	86
3.3. Головні поняття нелінійної динаміки синергетичних систем.....	90
3.4. Глобальний еволюціонізм та передбачувані ним типи еволюції... ..	93
Матеріали для семінарських занять.....	97
Список літератури.....	109

ПЕРЕДМОВА

Дисципліна «Філософія науки» належить до циклу обов'язкових навчальних дисциплін загальної підготовки аспірантів та здобувачів наукового ступеня «доктор філософії». Вона спрямована на формування загальнометодологічної культури студентів і забезпечує розвиток критичного рефлексивного мислення.

Дисципліна передбачає засвоєння студентами сучасних філософських і загальнометодологічних знань у галузі науково-дослідної роботи, формування навичок практичного застосування цих знань у процесі виконання власного наукового дослідження під час розв'язання комплексних завдань.

У навчальному посібнику розглядається одна з головних тем, яка складає зміст даної дисципліни. Послідовно дається визначення науковій раціональності як предмета дослідження; позначається її відмінність від раціональності філософської; розкривається сутність терміна «наукова революція», роз'яснюється її вплив на вибір нових стратегій дослідження та вплив на тип наукової раціональності; дається визначення типам наукової раціональності, що історично виникли. В окремих розділах роботи розглядаються етапи формування передумов виникнення науки, формування класичного, некласичного та постнекласичного типів наукової раціональності; аналізуються сучасні методології наукових досліджень. Окремо подано список літератури, яку можна використати для підготовки, перелік питань для обговорення на семінарських заняттях, тестові завдання.

Тема 1. НАУКОВА РАЦІОНАЛЬНІСТЬ ЯК ФІЛОСОФСЬКА ПРОБЛЕМА. ІСТОРИЧНІ ТИПИ НАУКОВОЇ РАЦІОНАЛЬНОСТІ

1.1. Раціональність наукова та філософська

Раціональність – це розумність і в цьому сенсі це одне з найважливіших визначень, пов'язаних з людською діяльністю. У загальному вигляді можна розуміти **раціональність як здатність упорядковувати сприйняття світу, здатність давати світові визначення, правила, закони**. Часто зустрічається поняття *раціональної дії*. Це означає дію відповідно до встановлених у світі законів, правил, визначень. Оскільки в різні історичні епохи ця здатність видозмінюється, заведено говорити про історичні типи раціональності. Але насамперед потрібно визначити, що являє собою наука як тип раціональності, чи можливі інші типи раціональності, крім науки.

Ми завжди говоримо про людину як про істоту розумну, якій у всі періоди історичного буття властива раціональність. Існує уявлення про те, що і міфологічна, і практична діяльність є певним способом «приводити світ у порядок» і, відповідно, орієнтуватися в цьому світі; тому **міф – це специфічна раціональність**.

Однак існує інша точка зору. Вона підкреслює радикальну зміну настанови під час переходу від міфопрактичного до теоретичного способу ставлення до світу, що передбачає виникнення європейської філософії та науки. Щоб у найзагальніших рисах охарактеризувати відмінність цих типів ставлення людини до світу, зазначимо, що в першому випадку має місце «зануреність» людини у світ, спрямованість на кінцеві практичні цілі, а у другому – «виокремлення» людини, спрямованої на безперервне оновлення та нескінченні цілі. У людини з'являється можливість споглядання, вільного від практичних інтересів, можливість залишатися на позиції «незацікавленого спостерігача», можливість теоретичної діяльності.

Тепер визначимося з можливою **відмінністю наукової раціональності від раціональності філософської**. Загалом ця відмінність залежить від того, як трактувати поняття науки. І тут можна зазначити, що наука також може бути зрозуміла в широкому та вузькому значенні слова. У першому випадку наука як теоретична діяльність, доказове виведення з принципів (Аристотель) перетнеться з поняттям філософії (з уточненням, що до того ж правильніше говорити про «першопринципи»). Тому у філософів дійсно є підстави говорити про філософію як науку (наприклад, «наука логіки» у Гегеля, «філософія як строга наука» у Гуссерля, «філософія як наука про буття» у Гайдеггера).

У другому випадку ми повинні зафіксувати певну різницю між наукою та філософією; до того ж ми говоритимемо вже про науку у вузькому значенні слова. У чому тоді полягає ця різниця? Сенс її може бути співвіднесений з тим, що було сказано ще Платоном у «Державі» під час опису розділів осягаемого розумом:

«...Ті, хто займається геометрією, рахунком або подібним, припускають у будь-якому своєму дослідженні, ніби їм відомо, що таке плюс і мінус... і таке інше. Це вони приймають за вихідні положення і не вважають за потрібне доказувати ні собі, ні іншим, немов це кожному і без того ясно»¹.

У цьому сенсі **наука постає системою, яка не включає в себе умови свого обґрунтування** (несуперечливою, але завжди неповною системою), не обґрунтовує мову, якою сама говорить, а **філософія існує як повна «система», частиною якої є самообґрунтування**.

Правда, до того ж філософія неминуче повинна пожертвувати несуперечливістю, і тому якщо і можна говорити про якийсь «першопринцип» у філософії, то цей принцип необхідним чином буде суперечністю, але творчою супереч-

¹Платон. Держава. Київ : Основи, 2000. С. 146.

ністю, джерелом життя всієї системи. У німецького вченого В. Гайзенберга є відома фраза про те, що перспективи сучасної фізики пов'язані з тим, щоб «зуміти написати одне єдине визначальне рівняння, з якого випливали б властивості всіх елементарних частинок і тим самим поведінка матерії взагалі»². Ця перспектива могла б бути зрозуміла і як мета сучасної філософії, якщо додати (і це додавання суттєве), що це записане рівняння має включати в себе й умови визначення власних змінних, і якимось чином самого того, хто пише. Німецький філософ М. Гайдеггер так визначає сенс метафізичного (філософського) питання: це питання про світ у цілому, причому питання, яке задане так, що «той, хто питає – у якості того, хто питає – теж втягується в нього, тобто теж підпадає під запитання»³.

1.2. Що таке наукова революція?

У розвитку науки можна назвати такі періоди, коли перетворювалися всі компоненти її основ. Зміна наукових картин світу супроводжувалася докорінною зміною нормативних структур дослідження, а також філософських основ науки. Ці періоди правомірно розглядати як **наукові революції**, які можуть спричинити зміну типу наукової раціональності.

Розглянемо, що це таке «наукова революція».

Основи науки забезпечують зростання знання до того часу, поки загальні риси системної організації досліджуваних об'єктів ураховані в картині світу, а методи освоєння цих об'єктів відповідають ідеалам і нормам дослідження.

Але в міру розвитку науки вона може зіткнутися з принципово новими типами об'єктів, які вимагають іншого бачення

²Цит. за: Гайзенберг // Універсальний словник-енциклопедія. Київ : Тека, 2006. С. 85.

³Гайдеггер М. Буття в окопі речей // Возняк Т. Тексти та переклади. Харків : Фоліо, 1998. С. 334.

реальності порівняно з тим, що передбачає картина світу, яка склалася. Нові об'єкти можуть вимагати зміни схеми методу пізнавальної діяльності, представлені системою ідеалів і норм дослідження. У цій ситуації зростання наукового знання передбачає **розбудову основ науки**. Остання може здійснюватися у двох різновидах:

а) як революція, пов'язана з трансформацією спеціальної картини світу без істотних змін ідеалів та норм дослідження;

б) як революція, під час якої разом із картиною світу радикально змінюються ідеали та норми науки.

В історії природознавства можна знайти зразки обох ситуацій інтенсивного зростання знань. Прикладом першої може слугувати перехід від механічної до електродинамічної картини світу, здійснений у фізиці останньої чверті XIX століття у зв'язку з побудовою класичної теорії електромагнітного поля. Цей перехід, хоч і супроводжувався досить радикальною перебудовою бачення фізичної реальності, істотно не змінював пізнавальних настанов класичної фізики (збереглося розуміння пояснення як пошуку субстанційних основ явищ, які пояснюються, і жорстко детермінованих зв'язків між явищами; з принципів пояснення та обґрунтування елімінувалися будь-які вказівки на засоби спостереження і операційні структури, за допомогою яких пізнається сутність досліджуваних об'єктів та ін.).

Прикладом другої ситуації може бути історія квантово-релятивістської фізики, яка характеризувалася перебудовою класичних ідеалів пояснення, опису, обґрунтування та організації знань.

Нова картина досліджуваної реальності та нові норми пізнавальної діяльності, стверджуючись у деякій науці, потім можуть зробити революціонізуючу дію на інші науки. У цьому можна назвати **два шляхи перебудови основ дослідження**:

1) за рахунок внутрішньодисциплінарного розвитку знань;

2) за рахунок міждисциплінарних зв'язків, «щеплення» парадигмальних настанов однієї науки в іншу.

Обидва ці шляхи реальної історії науки дещо накладаються один на одного, у більшості випадків правильніше говорити про домінування одного з них у кожній з наук на тому чи іншому етапі її історичного розвитку.

Перебудова основ наукової дисципліни в результаті її внутрішнього розвитку зазвичай починається з накопичення фактів, які не знаходять пояснення в рамках картини світу, яка раніше склалася. Такі факти виражають характеристики нових типів об'єктів, які наука втягує в орбіту дослідження у процесі вирішення спеціальних емпіричних та теоретичних завдань. До виявлення зазначених об'єктів може привести вдосконалення засобів та методів дослідження (наприклад, поява нових приладів, апаратури, прийомів спостереження, нових математичних засобів тощо).

У системі нових фактів можуть бути не тільки аномалії, що не отримують свого теоретичного пояснення, а й факти, що призводять до парадоксів під час спроб їхньої теоретичної асиміляції.

Парадокси можуть виникати спочатку в рамках конкретних теоретичних моделей під час спроб пояснення явищ. Прикладом цього можуть бути парадокси, що виникли в моделі випромінювання абсолютно чорного тіла і що передували ідеям квантової теорії. Відомо, що в її розвитку зіграло відкриття Планком дискретного характеру випромінювання. Саме це відкриття стало результатом дуже тривалих теоретичних досліджень, пов'язаних із розв'язанням задачі випромінювання та поглинання електромагнітних хвиль нагрітими тілами. Для пояснення цих явищ у фізиці була побудована конкретна теоретична модель абсолютно чорного тіла, що випромінює та поглинає електромагнітне поле. На основі цієї моделі, яка уточнювалася та конкретизувалася під впливом досвіду, були знайдені конкретні закони, один з яких описував випромінювання тіл у діапазоні коротких електромагнітних хвиль, а інший – довгохвильове електромагнітне випромінювання.

Завдання синтезу цих законів було вирішене Максом Планком, який, використовуючи рівняння електродинаміки та термодинаміки, знайшов узагальнюючу формулу закону випромінювання абсолютно чорного тіла. Але з отриманого Планком закону випливали вкрай несподівані наслідки: з'ясувалося, що абсолютно чорне тіло має випромінювати та поглинати електромагнітну енергію порціями – квантами, рівними hn , де h – це постійна Планка, а n – частота випромінювання. Так виникла критична ситуація: якщо прийняти положення, що електромагнітне поле носить дискретний характер, то це суперечило принципу тогочасної наукової картини світу, згідно з яким електромагнітне випромінювання є безперервними хвилями у світовому ефірі. Причому принцип безперервності електромагнітного поля лежав у фундаменті електродинаміки Максвелла і був обґрунтований безліччю експериментів.

Отже, вийшло, що, з одного боку, наслідки закону, який перевіряється досвідом, а з іншого боку, принцип, що входить у наукову картину світу і підтверджений ще більшою кількістю фактів, суперечать один одному. Такі парадокси є своєрідним сигналом того, що наука натрапила на якийсь новий тип процесу, суттєві риси якого не враховані в уявленнях прийнятої наукової картини світу.

Парадокс призвів до постановки проблеми: як реально «влаштоване» електромагнітне поле, чи є воно безперервним чи дискретним? Показово, що все почалося з конкретного завдання, яке було підказано принципами фізичної картини світу, але потім питання постало про правомірність самих цих принципів, тобто приватне завдання переросло у фундаментальну проблему. Планк цю проблему не зміг розв'язати. Він не хотів відмовлятися від старих принципів і прагнув усунути парадокс за рахунок введення деяких поправок у модель абсолютно чорного тіла, модернізувати її так, щоб конкретна теорія, яку він розробляв, не суперечила б науковій картині світу, що раніше утвердилася.

До речі, у науці часто так буває, що вчений, котрий робить відкриття, не може дати йому правильне тлумачення. Введені Планком додаткові припущення, так звані *ad hoc* гіпотези, які призначалися для порятунку старої картини світу, зрештою не розв'язували проблему. Більше того, вони просто переводили парадокс на інший рівень, оскільки введення до складу теорії все нових *ad hoc* гіпотез призводить до суперечностей з фундаментальним ідеалом теоретичного пояснення, який вимагає пояснення зростаючого різноманіття явищ, виходячи з якомога меншого числа постулатів. Якщо безмежно збільшувати кількість пояснюючих постулатів, то нарешті може виникнути ситуація, коли для кожного нового факту вводиться новий принцип, що еквівалентно руйнуванню самої ідеї теоретичного пояснення.

Вирішив парадокси теорії А. Ейнштейн, запропонувавши змінити уявлення наукової картини світу про структуру електромагнітного поля, використовуючи ідею корпускулярно хвильового дуалізму. Цікаво, що Ейнштейн зробив роботу в цій галузі приблизно в той же час, коли створював спеціальну теорію відносності. Обидві ці теорії були пов'язані з радикальною ламкою наукової картини світу, що склалася, і сам замах на принципи наукової картини світу був підготовлений попереднім розвитком науки і культури.

Перегляд картини світу та ідеалів пізнання завжди починається з критичного осмислення їхньої природи. Якщо раніше вони сприймалися як вираз самої сутності досліджуваної реальності та процедур наукового пізнання, то тепер усвідомлюється їх відносний, тимчасовий характер. Таке усвідомлення передбачає постановку питань щодо ставлення картини світу до досліджуваної реальності та розуміння історичності ідеалів пізнання. Постановка таких питань означає, що дослідник із сфери спеціально наукових проблем виходить у сферу філософської проблематики. Філософський аналіз є необхідним моментом критики старих основ наукового пошуку.

Але крім цієї критичної функції, філософія виконує конструктивну функцію, допомагаючи виробити нові основи дослідження. Ні картина світу, ні ідеали пояснення, обґрунтування та організації знань неможливо знайти або отримати суто індуктивним шляхом з нового емпіричного матеріалу. Сам цей матеріал організується і пояснюється відповідно до деяких способів його бачення, а ці способи задають картину світу та ідеали пізнання. Новий емпіричний матеріал може виявити лише невідповідність старого бачення нової реальності, але не вказує, як треба перебудувати це бачення.

Перебудова картини світу та ідеалів пізнання вимагає особливих ідей, які дозволяють перегрупувати елементи старих уявлень про реальність та процедури її пізнання, елімінувати частину з них, включити в себе нові елементи для того, щоб вирішити наявні парадокси та асимілювати накопичені факти. Такі ідеї формуються у сфері філософського аналізу пізнавальних ситуацій науки. Вони відіграють роль загальної евристики, що забезпечує інтенсивний розвиток досліджень. В історії сучасної фізики прикладами тому можуть бути філософський аналіз понять простору й часу, а також аналіз операційних основ фізичної теорії, виконаний Ейнштейном і який передував розбудові уявлень про абсолютний простір і час класичної фізики.

Філософсько-методологічні засоби активно використовуються під час перебудови основ науки і в тій ситуації, коли домінуючу роль відіграють фактори міждисциплінарної взаємодії. Особливості цього варіанта наукової революції в тому, що для перетворення картини реальності й норм дослідження деякої науки у принципі є необов'язковим, щоб у ній були зафіксовані парадокси. Перетворення її основ здійснюється за рахунок перенесення парадигмальних настанов і принципів з інших дисциплін, що змушує дослідників по-новому оцінити ще не пояснені факти (якщо раніше вважалося, принаймні більшістю дослідників, що зазначені факти можна пояснити в

рамках раніше прийнятих основ науки, то тиск нових установок здатний породити оцінку зазначених фактів як аномалій, пояснення яких передбачає розбудову основ дослідження). Зазвичай як парадигмальні принципи, що «щеплюються» в інші науки, виступають компоненти основ лідируючої науки. Ядро її картини реальності утворює в певну історичну епоху фундамент загальної наукової картини світу, а прийняті в ній ідеали та норми набувають загальнонаукового статусу. Філософське осмислення та обґрунтування цього статусу готує ґрунт для трансляції деяких ідей, принципів та методів лідируючої дисципліни в інші науки.

Упроваджуючись у нову галузь дослідження, парадигмальні принципи науки потім, наче приточуються до специфіки нової галузі, перетворюючись на картину реальності відповідної дисципліни та нові для неї нормативи дослідження. Показовим прикладом у цьому відношенні можуть бути революції в хімії XVII – першій половині XIX століття, пов’язані з перенесенням у хімію з фізики ідеалів кількісного опису, уявлень про силові взаємодії між частинками та уявлень про атоми. Ідеали кількісного опису сприяли створенню у хімії XVII–XVIII ст. конкретних методів кількісного аналізу, які зі свого боку підривали зсередини флогістонну концепцію хімічних процесів. Уявлення про силові взаємодії та атомістичну будову речовини, запозичені з механічної картини світу, сприяли формуванню нової картини хімічної реальності, у якій взаємодії хімічних елементів інтерпретувалися як дія «сил хімічної спорідненості» (А. Лавуазьє, К. Бертолле), а хімічні елементи були представлені як атоми речовини (перший гіпотетичний варіант цих уявлень у хімії був запропонований Р. Бойлем ще у XVII столітті, а на початку XIX ст. завдяки роботам Дальтона атомістичні ідеї отримали емпіричне обґрунтування і остаточно утвердилися в хімії).

Парадигмальні принципи, модифіковані і розвинені стосовно специфіки об’єктів певної дисципліни, потім можуть

мати зворотний вплив на ті науки, з яких вони були спочатку запозичені. Зокрема, розвинені в хімії уявлення про молекули як з'єднання атомів потім увійшли до загальної наукової картини світу і через неї мали значний вплив на фізику в період розробки молекулярно-кінетичної теорії теплоти.

На етапі розвитку наукового знання у зв'язку з процесами взаємодії наук, що посилюються, способи перебудови основ за рахунок «щеплення» парадигмальних настанов з однієї науки в інші дедалі активніше починають впливати на внутрішньодисциплінарні механізми інтенсивного зростання знань і навіть керувати цими механізмами.

1.3. Наукова революція як вибір нових стратегій дослідження

Перебудова основ дослідження означає зміну самої стратегії наукового пошуку. Проте будь-яка нова стратегія затверджується не відразу, а у тривалій боротьбі з колишніми установками і традиційними баченнями реальності.

Процес утвердження в науці її нових основ визначений не лише передбаченням нових фактів та генерацією конкретних теоретичних моделей, а і причинами соціокультурного характеру.

Нові пізнавальні настанови і генеровані ними знання повинні бути вписані в культуру відповідної історичної епохи й узгоджені з цінностями та світоглядними структурами, що лежать у її фундаменті.

Перебудова основ науки в період наукової революції з цієї точки зору є вибір особливих напрямів зростання знань, які забезпечують як розширення діапазону дослідження об'єктів, так і певну скорелюваність динаміки знання з цінностями та світоглядними настановами відповідної історичної епохи. У період наукової революції є кілька можливих шляхів зростання знання, які, проте, у повному обсязі реалізуються у справжній історії науки. Можна виділити **два аспекти нелінійності зростання знань**.

Перший з них пов'язаний з конкуренцією дослідницьких програм у межах окремо взятої галузі науки. Перемога однієї та виродження іншої програми спрямовують розвиток цієї галузі науки за певним руслом, але разом з тим закривають якісь інші шляхи її можливого розвитку.

Розглянемо, як приклад, боротьбу двох напрямів у класичній електродинаміці Ампера–Вебера, з одного боку, та Фарадея–Максвелла, з іншого. Максвелл, створюючи теорію електромагнітного поля, тривалий час не отримував нових результатів, порівняно з тими, що їх давала електродинаміка Ампера–Вебера. Зовні все виглядало як виведення вже відомих законів у новій математичній формі. Лише зрештою, відкривши фундаментальні рівняння електромагнетизму, Максвелл отримав знамениті хвильові рішення і передбачив існування електромагнітних хвиль. Їхнє експериментальне виявлення привело до тріумфу максвеллівського напрямку та затвердило уявлення про близькість і силові поля як єдино правильну основу фізичної картини світу.

Проте, у принципі, ефекти, що інтерпретувалися як доказ електромагнітних хвиль, могли бути передбачені і в рамках амперівського спрямування. Відомо, що в 1845 р. К. Гаусс у листі до В. Вебера вказував, що з подальшого розвитку теорії Ампера–Вебера слід на додаток до відомих сил дії між зарядами допустити існування інших сил, які поширюються з кінцевою швидкістю. Г. Ріман здійснив цю програму і вивів рівняння для потенціалу, аналогічне лоренцівським рівнянням для запізнювальних потенціалів. У принципі, це рівняння могло б лягти в основу передбачення тих ефектів, які були інтерпретовані в парадигмі максвеллівської електродинаміки як поширення електромагнітних хвиль. Але це шлях розвитку електродинаміки припускав фізичну картину світу, у якій постулювалося поширення з різною швидкістю в порожньому просторі. У такій картині світу відсутній ефір та уявлення про електромагнітні поля. І тоді постає питання: як могла б

виглядати в цій нереалізованій лінії розвитку фізики теорія електронів; який був би шлях до теорії відносності?

Фізична картина світу, у якій взаємодія зарядів зображувалася б як передача сил з кінцевою швидкістю без уявлень про матеріальні поля, цілком можлива. Показово, що саме такий образ електромагнітних взаємодій американський фізик Р. Фейнман використав як основу для нового формулювання класичної електродинаміки, спираючись на яку він розвинув ідею побудови квантової електродинаміки в термінах інтегралів з траєкторій. Якоюсь мірою можна розцінювати фейнманівське переформулювання класичної електродинаміки як відтворення в сучасних умовах раніше нереалізованих, але потенційно можливих шляхів історичного розвитку фізики. Однак до того ж необхідно враховувати, що сучасні уявлення про природу формуються вже в іншій науковій традиції, ніж у класичну епоху, за наявності нових ідеалів та норм пояснення фізичних процесів. Розвиток квантово-релятивістської фізики, стверджуючи ці норми, «привчив» фізиків до множинності різних формулювань теорії, кожна з яких здатна виразити суттєві характеристики досліджуваної предметної галузі. Фізик-теоретик ХХ ст. відноситься до різних математичних описів тих самих процесів не як до аномалії, а як до норми, розуміючи, що одні й ті ж об'єкти можуть бути освоєні в різних мовних засобах і що різні формулювання однієї і тієї ж фізичної теорії є умовою прогресу досліджень. У традиціях сучасної фізики лежить і оцінка картини світу як істинної системи уявлень про фізичний світ, яка може змінюватись і вдосконалюватись як у частинах, так і загалом.

Тому, коли, наприклад, Р. Фейнман розвивав ідеї про взаємодію зарядів без «польових посередників», його не збентежила та обставина, що у створювану теорію потрібно було запровадити, поряд із запізнілими, ще й випереджаючі потенціали, що у фізичній картині світу відповідало появі уявлень про вплив взаємодій сьогодення як на майбутнє, так і на ми-

нуле. «На той час, – писав Р. Фейнман, – я був уже достатньою мірою фізиком, щоб не сказати: «Ну, ні, цього не може бути»⁴. Адже сьогодні після Ейнштейна і Бора всі фізики знають, що іноді ідея, що здається з першого погляду абсолютно парадоксальною, може виявитися правильною після того, як ми розберемося в ній до найдрібніших подробиць і до кінця і знайдемо її зв'язок з експериментом». Але «бути фізиком» ХХ ст. – щось інше, ніж «бути фізиком» ХІХ ст. У класичний період фізик не став би вводити «екстравагантних» уявлень про фізичний світ на тій підставі, що у нього виникає нова та перспективна математична форма теорії, деталі емпіричного обґрунтування якої можна розробити у майбутньому. У класичну епоху фізична картина світу, перш ніж генерувати нові теоретичні ідеї, мала постати як підтверджений досвідом «наочний портрет» реальності, який передував побудові теорії. Формування конкуруючих картин досліджуваної реальності передбачало жорстку їх конфронтацію, за умов якої кожна з них розглядалася своїми прибічниками як єдино правильна онтологія.

З цих позицій слід оцінювати можливості реалізації програми Гауса–Рімана у фізиці ХІХ століття. Щоб ввести у фізичну картину світу цієї епохи уявлення про сили, що поширюються з різними швидкостями, потрібно було обґрунтувати це уявлення як наочний образ «реального устрою природи». У традиціях фізичного мислення цієї епохи сила завжди пов'язувалась із матеріальним носієм. Тому її зміни в часі від точки до точки (різні швидкості розповсюдження сили) передбачали запровадження матеріальної субстанції, зі станом якої пов'язана зміна швидкості розповсюдження сил. Але такі уявлення вже лежали в руслі фарадіївсько-максвелівської програми і були несумісні з картиною Ампера–Вебера (у цій

⁴Фейнман Р. Та ви жартуєте, містере Фейнман! Пригоди допитливого дивака. Київ : Наш формат, 2018. С. 310.

картині зв'язок сили та матерії розглядався як взаємозв'язок між електричними силами та силами тяжіння, з одного боку, і зарядами та масами – з іншого; заряди та маси представляли тут як матеріальний носій сил, принцип ж миттєвої передачі сил у просторі виключав необхідність введення особливої субстанції, яка забезпечує передачу сил від точки до точки). Таким чином, причини, через які ідея Гауса–Рімана не залишила значного сліду в історії класичної електродинаміки XIX століття, коренилася у стилі фізичного мислення цієї історичної епохи. Цей стиль мислення з його інтенцією на побудову остаточно істинних уявлень про сутність фізичного світу був одним із проявів «класичного» типу раціональності, реалізованого у філософії, науці та інших феноменах свідомості цієї історичної доби. Такий тип раціональності передбачає, що мислення ніби з боку оглядає об'єкт, осягаючи таким шляхом його справжню природу.

Сучасний стиль фізичного мислення (у рамках якого була здійснена нереалізована, але можлива лінія розвитку класичної електродинаміки) постає як прояв іншого, некласичного типу раціональності, який характеризується особливим ставленням мислення до об'єкта і самого себе. Тут мислення відтворює об'єкт як вплетений у людську діяльність і буде образи об'єкта, співвідносячи їх з уявленнями про засоби його освоєння, що історично склалися. Мислення намагає далі і з тим чи іншим ступенем виразності усвідомлює, що воно саме є аспектом соціального розвитку і тому детерміновано цим розвитком. У такому типі раціональності одного разу отримані образи сутності об'єкта не розглядаються як єдино можливі (в іншій системі мови, в інших пізнавальних ситуаціях образ об'єкта може бути іншим, до того ж у всіх цих уявленнях, що варіюються, про об'єкт можна висловити об'єктивно істинний зміст).

Сам процес формування поточного типу раціональності обумовлений процесами історичного розвитку суспільства,

зміною «поля соціальної механіки», яка «підставляє речі свідомості». Дослідження цих процесів є особливим завданням. Але в загальній формі можна констатувати, що **тип наукового мислення, що складається в культурі деякої історичної епохи, завжди скорельований з характером спілкування та діяльності людей даної епохи, обумовлений контекстом її культури**. Чинники соціальної детермінації пізнання впливають на суперництво дослідницьких програм, активізуючи одні шляхи їх розгортання та пригальмовуючи інші. У результаті «селективної роботи» цих факторів у межах кожної наукової дисципліни реалізуються лише деякі з потенційно можливих шляхів наукового розвитку, а решта залишаються нереалізованими тенденціями.

Другий аспект нелінійності зростання наукового знання пов'язаний із взаємодією наукових дисциплін, обумовленою зі свого боку особливостями як досліджуваних об'єктів, так і соціокультурного середовища, усередині якого розвивається наука.

Виникнення нових галузей знання, зміна лідерів науки, революції, які пов'язані з перетвореннями картин досліджуваної реальності та нормативів наукової діяльності в окремих її галузях, можуть істотно впливати на інші галузі знання, змінюючи їх бачення реальності, їх ідеали та норми дослідження. Усі ці процеси взаємодії наук опосередковуються різними феноменами культури і надають ними активний зворотний вплив.

Ураховуючи всі ці складні опосередкування, у розвитку кожної науки можна виділити ще один тип потенційно можливих ліній у її історії, який є специфічним аспектом нелінійності наукового прогресу. Особливості цього аспекту можна проілюструвати шляхом аналізу історії квантової механіки.

Відомо, що одним із ключових моментів її побудови була розробка Н. Бором нової методологічної ідеї, згідно з якою уявлення про фізичний світ повинні вводитися через експлікацію операційної схеми, яка виявляє характеристики

досліджуваних об'єктів. У квантовій фізиці ця схема виражена за допомогою принципу додатковості, згідно з яким природа мікрооб'єкта описується шляхом двох додаткових характеристик, які корелятивні двом типам приладів. Ця «операційна схема» поєднувалася з низкою онтологічних уявлень, наприклад, про корпускулярно хвильову природу мікрооб'єктів, існування кванта дії, про об'єктивний взаємозв'язок динамічних і статичних закономірностей фізичних процесів.

Проте квантова картина фізичного світу була цілісною онтологією у традиційному розумінні. Вона не зображала природні процеси як причинно обумовлені взаємодії деяких об'єктів у просторі та часі. Просторово-тимчасовий та причинний описи поставали як додаткові (у розумінні Бора) характеристики поведінки мікрооб'єктів.

Віднесення до мікрооб'єкта обох типів опису здійснювалося лише через експлікацію операційної схеми, яка поєднувала різні та зовні несумісні фрагменти онтологічних уявлень. Такий спосіб побудови фізичної картини світу отримав філософське обґрунтування, з одного боку, за допомогою низки гносеологічних ідей (про особливе місце у світі спостерігача як макроістоти, про корелятивність між способами пояснення й опису об'єкта та пізнавальними засобами), а з іншого – завдяки розвитку «категоріальної сітки», у якій схоплювалися загальні особливості предмета дослідження (уявлення про взаємодії як про перетворення можливості на дійсність, розуміння причинності в широкому розумінні, яке включає в себе ймовірнісні аспекти, тощо).

Таким шляхом було побудовано концептуальну інтерпретацію математичного апарату квантової механіки. У період формування цієї теорії описаний шлях був, мабуть, єдиним можливим способом теоретичного пізнання мікросвіту. Але надалі, зокрема, на сучасному етапі намітилося бачення квантових об'єктів як складних динамічних систем (великих систем). Аналіз квантової теорії показує, що в самій її концепту-

альній структурі є два рівні опису реальності: з одного боку, поняття, що описують цілісність і стійкість системи, з іншого – поняття, що виражають типово випадкові її характеристики. Ідея такого розчленування теоретичного опису відповідає уявленню про складні системи, які характеризуються, з одного боку, наявністю підсистем зі стохастичною взаємодією між елементами, з іншого – деяким «керуючим» рівнем, що забезпечує цілісність системи. На користь такого бачення квантових об'єктів говорять і ті досягнення теорії квантованих полів, які показують обмеженість уявлень про локалізації часток.

Відзначаючи всі ці тенденції в розвитку фізичного знання, не можна забувати, що саме бачення фізичних об'єктів як складних динамічних систем пов'язане з концепцією, що сформувалася завдяки розвитку кібернетики, теорії систем та освоєння великих систем у виробництві. У період становлення квантової механіки ця концепція ще складалася в науці, й у побуті фізичного мислення не застосовувалося ставлення до об'єктів як до великих систем. У цьому доречно порушити питання: чи могла історія квантової фізики протікати іншими шляхами за умови іншого наукового оточення? У принципі припустимо (як уявний експеримент) припущення, що кібернетика і відповідне освоєння систем, які самоорганізуються, у техніці могли виникнути до квантової фізики і сформувати в культурі новий тип бачення об'єктів. У цих умовах під час побудови картини світу фізик зміг би уявити квантові об'єкти як складні динамічні системи і відповідно до цього уявлення створювати теорію. Але тоді інакше виглядала б уся еволюція фізики. На цьому шляху її розвитку, мабуть, були б не лише придбання, а й утрати, оскільки за такого руху не обов'язково відразу експлікувати операційну схему бачення картини світу (а отже, і не було б стимулу до розвитку принципу додатковості). Та обставина, що квантова фізика розвинулася з урахуванням концепції додатковості, радикально змінивши класичні

ідеали фізичного пізнання, направило еволюцію науки за особливим руслом. З'явився зразок нового пізнавального руху, і тепер навіть якщо фізика побудує нову системну онтологію (нову картину реальності), це не буде простим поверненням до нереалізованого раніше шляху розвитку: онтологія повинна вводитися через побудову операційної схеми, а нова теорія може створюватися на основі включення операційних структур у картину світу.

Розвиток науки (як, утім, будь-який інший процес розвитку) здійснюється як перетворення можливості на дійсність, і не всі можливості реалізуються в її історії. Під час прогнозування таких процесів завжди будують дерево можливостей, ураховують різні варіанти та напрямки розвитку. Уявлення про жорстко детермінований розвиток науки виникають тільки під час ретроспективного розгляду, коли ми аналізуємо історію, знаючи кінцевий результат, і відновлюємо логіку руху ідей, які приводять до цього результату. Але були можливі й такі напрями, які могли б реалізуватися за інших поворотах історичного розвитку цивілізації, але вони виявилися «закритими» у реальній історії науки, що вже здійснилася.

В епоху наукових революцій, коли здійснюється перебудова основ науки, культура ніби відбирає з кількох потенційно можливих ліній майбутньої історії науки ті, які найкраще відповідають фундаментальним цінностям та світоглядним структурам, що домінують у цій культурі.

1.4. Глобальні наукові революції

Періоди докорінної зміни нормативних структур дослідження правомірно розглядати як глобальні наукові революції, які зумовлюють зміну типу наукової раціональності.

В історії природознавства можна виявити чотири такі революції. **Першою була революція XVII ст., що ознаменувала собою становлення класичного природознавства.**

Його виникнення було нерозривно пов'язане з формуванням особливої системи ідеалів і норм дослідження, у яких, з

одного боку, виражалися настанови класичної науки, з другого – здійснювалася їх конкретизація з урахуванням домінанти механіки в системі наукового знання цієї епохи.

Через усе класичне природознавство, починаючи з XVII ст. проходить ідея, згідно з якою об'єктивність та предметність наукового знання досягається лише тоді, коли з опису та пояснення виключається все, що відноситься до суб'єкта та процедур його пізнавальної діяльності. Ці процедури приймалися як раз назавжди дані та незмінні. Ідеалом була побудова абсолютно істинної картини природи. Головна увага приділялася пошуку очевидних, наочних, що «випливають з досвіду» онтологічних принципів, на основі яких можна будувати теорії, що пояснюють і прогнозують дослідні факти.

У XVII–XVIII ст. ці ідеали та нормативи дослідження сплавлялися з цілою низкою конкретизуючих положень, що виражали настанови механічного розуміння природи. Пояснення тлумачилося як пошук механічних причин і субстанцій – носіїв сил, які детермінують явища, що спостерігаються. В обґрунтування включалася ідея редукції знання про природу до фундаментальних принципів та уявлень механіки.

Відповідно до цих настанов будувалася та розвивалася механічна картина природи, яка виступала одночасно і як картина реальності, стосовно сфери фізичного знання, і як загальнонаукова картина світу.

Нарешті, ідеали, норми та онтологічні принципи природознавства XVII–XVIII ст. спиралися на специфічну систему філософських основ, у яких домінантну роль грали ідеї механіцизму. Як епістемологічна складова цієї системи виступали уявлення про пізнання як спостереження та експериментування з об'єктами природи, які розкривають таємниці свого буття пізнаючому розуму. До того ж сам розум наділявся статусом суверенності. В ідеалі він трактувався як дистанційований від речей, ніби з боку спостерігаючий і досліджуючий їх, не детермінований жодними передумовами, крім властивостей і характеристик об'єктів, що вивчаються.

Ця система епістемологічних ідей поєднувалася з особливими уявленнями про досліджувані об'єкти. Вони розглядалися переважно як малі системи (механічні пристрої) і відповідно до цього застосовувалася «категоріальна сітка», що визначає розуміння і пізнання природи. Нагадаємо, що мала система характеризується відносно невеликою кількістю елементів, їх силовими взаємодіями та жорстко детермінованими зв'язками. Для засвоєння досить вважати, що властивості цілого повністю визначаються станом і властивостями його частин, річ представляти як відносно стійке тіло, а процес – як переміщення тіл у просторі з часом, причинність трактувати в лапласівському сенсі. Відповідні сенси якраз і виділялися в категоріях «річ», «процес», «частина», «ціле», «причинність», «простір» та «час» тощо, які утворили онтологічну складову філософських основ природознавства XVII–XVIII ст. Ця категоріальна матриця забезпечувала успіх механіки та зумовлювала редукцію до її уявлень усіх інших галузей природничо-наукового дослідження.

Радикальні зміни в цій цілісній і відносно стійкій системі основ природознавства відбулися в кінці XVIII – першій половині XIX ст. Їх можна розцінити як **Другу глобальну наукову революцію, яка визначила перехід до нового стану природознавства – дисциплінарно організованої науки.**

Саме тоді механічна картина світу втрачає статус загальнонаукової. У біології, хімії та інших галузях знання формуються специфічні картини реальності, що не редукуються до механічної.

Одночасно відбувається диференціація дисциплінарних ідеалів та норм дослідження. Наприклад, у біології та геології виникають ідеали еволюційного пояснення, тоді як фізика продовжує будувати свої знання, абстрагуючись від ідеї розвитку. Але і в ній, з розробкою теорії поля, починають поступово розмиватися раніше домінуючі норми механічного пояснення. Усі ці зміни зачіпали, головним чином, третій шар

організації ідеалів і норм дослідження, який виражає специфіку об'єктів, що вивчаються. Що ж до загальних пізнавальних настанов класичної науки, усі вони ще зберігаються в цей історичний період.

Відповідно до особливостей дисциплінарної організації науки видозмінюються її філософські підстави. Вони стають гетерогенними, включають у себе досить широкий спектр смислів тих основних категоріальних схем, відповідно до яких освоюються об'єкти (від збереження певних границь механицистської традиції до включення щодо розуміння «речі», «стану», «процесу» та інших ідей розвитку). В епістемології центральною стає проблема співвідношення різноманітних методів науки, синтезу знань та класифікації наук. Висунення її на передній план пов'язане із втратою колишньої цілісності наукової картини світу, а також з появою специфіки нормативних структур у різних галузях наукового дослідження. Пошук шляхів єдності науки, проблема диференціації та інтеграції знання перетворюються на одну з фундаментальних філософських проблем, зберігаючи свою гостроту протягом усього подальшого розвитку науки.

Перша і Друга світові революції у природознавстві протікали як формування та розвиток класичної науки та її стилю мислення.

Третя глобальна наукова революція була пов'язана з перетворенням цього стилю та становленням нового, не-класичного природознавства. Вона охоплює період із кінця XIX до середини XX століття. У цю епоху відбувається своєрідна ланцюгова реакція революційних змін у різних галузях знання: у фізиці (відкриття подільності атома, становлення релятивістської та квантової теорії), у космології (концепція нестаціонарного Всесвіту), у хімії (квантова хімія), у біології (становлення генетики). Виникає кібернетика і теорія систем, які відіграли найважливішу роль у розвитку сучасної наукової картини світу.

У всіх цих революційних перетворень формувалися ідеали та норми нової, неklasичної науки. Вони характеризувалися відмовою від прямолінійного онтологiзму та розумінням відносної істинності теорій та картини природи, виробленої на тому чи іншому етапі розвитку природознавства. На противагу ідеалу єдино істинної теорії, яка «фотографує» досліджувані об'єкти, допускається істинність декількох конкретних теоретичних описів однієї і тієї ж реальності, що відрізняються один від одного, оскільки в кожному з них може міститися момент об'єктивно істинного знання. Осмислюються кореляції між онтологічними постулатами науки та характеристиками методу, за допомогою якого освоюється об'єкт. У зв'язку з цим приймаються такі типи пояснення та описи, які в явному вигляді містять посилання на засоби та операції пізнавальної діяльності. Найбільш яскравим зразком такого підходу виступали ідеали та норми пояснення, описи та доказовості знань, що утвердилися у квантово-релятивістській фізиці. Якщо у класичній фізиці ідеал пояснення та описи передбачав характеристики об'єкта «самого по собі», без вказівки на засоби його дослідження, то у квантово-релятивістській фізиці як необхідна умова об'єктивності пояснення та опису висувається вимога чіткої фіксації особливостей засобів спостереження, які взаємодіють з об'єктом (класичний спосіб пояснення та описи може бути представлений як ідеалізація, раціональні моменти якої узагальнюються в рамках нового підходу).

Змінюються ідеали та норми доказовості та обґрунтування знання. На відміну від класичних зразків, обґрунтування теорій у квантово-релятивістській фізиці передбачало експлікацію під час викладу теорії операційної основи системи понять (принцип спостережуваності), що вводиться, і з'ясування зв'язків між новою і попередніми їй теоріями (принцип відповідності).

Нова система пізнавальних ідеалів і норм забезпечувала значне розширення поля досліджуваних об'єктів, відкриваючи шляхи освоєння складних саморегулюючих систем. На

відміну від малих систем такі об'єкти характеризуються різневою організацією, наявністю щодо автономних та варіабельних підсистем, масовою стохастичною взаємодією їх елементів, існуванням рівня, що управляє, і зворотних зв'язків, що забезпечують цілісність системи.

Саме включення таких об'єктів у процес наукового дослідження викликало різкі перебудови в картинах реальності провідних галузей природознавства. Процеси інтеграції цих картин та розвиток загальнонаукової картини світу стали здійснюватися на основі уявлень про природу як про складну динамічну систему. Цьому сприяло відкриття специфіки законів мікро-, макро- та мегасвіту у фізиці та космології, інтенсивне дослідження механізмів спадковості в тісному зв'язку з вивченням надорганізмових рівнів організації життя, виявлення кібернетикою загальних законів управління та зворотного зв'язку. Тим самим створювалися передумови для побудови цілісної картини природи, у якій простежувалася ієрархічна організованість Усесвіту як складної динамічної єдності. Картини реальності, представлені в окремих науках, на цьому етапі ще зберігали свою самостійність, але кожна з них брала участь у формуванні уявлень, які потім включалися в загальнонаукову картину світу. Остання зі свого боку розглядалася не як точний і остаточний портрет природи, а як система, що постійно уточнюється і розвивається щодо істинного знання про світ.

Усі ці радикальні зрушення уявлення про світ і процедури його дослідження супроводжувалися формуванням нових філософських основ науки.

Ідея історичної мінливості наукового знання, відносної істинності онтологічних принципів, що виробляються в науці, поєднувалася з новими уявленнями про активність суб'єкта пізнання. Він розглядався не як дистанційований від досліджуваного світу, а такий, що перебуває всередині нього, детермінований ним. Виникає розуміння тієї обставини, що відповіді

природи на наші питання визначаються не лише будовою самої природи, а й способом нашої постановки питань, яка залежить від історичного розвитку засобів та методів пізнавальної діяльності. На цій основі зростало нове розуміння категорій істини, об'єктивності, факту, теорії, пояснення тощо.

Радикально видозмінювалася і «онтологічна підсистема» філософських основ науки. Розвиток квантово-релятивістської фізики, біології та кібернетики був пов'язаний з включенням нових значень у категорії частини та цілого, причинності, випадковості та необхідності, речі, процесу, стану та ін. У принципі, можна показати, що ця «категоріальна сітка» вводила новий образ об'єкта, який поставав як складна система. Уявлення про співвідношення частини та цілого стосовно таких систем включають у себе ідеї незводності станів цілого до суми станів його частин. Важливу роль опису динаміки системи починають грати категорії випадковості, потенційно можливого і дійсного. Причинність може бути зведена лише до її лапласівського формулювання – виникає поняття «імовірнісної причинності», яке розширює сенс традиційного розуміння цієї категорії. Новим змістом наповнюється категорія об'єкта: він розглядається вже не як собі тотожна річ (тіло), а як процес, що відтворює деякі стійкі стани та мінливий у ряді інших характеристик.

Усі описані перебудови основ науки, що характеризували глобальні революції у природознавстві, були викликані не лише його експансією в нові предметні галузі та виявлення нових типів об'єктів, а і змінами місця та функцій науки в суспільному житті.

Основи природознавства в епоху його становлення (Перша революція) склалися в контексті раціоналістичного світогляду ранніх буржуазних революцій, формування нового (порівняно з ідеологією Середньовіччя) розуміння ставлення людини до природи, нових уявлень про призначення пізнання, істинності знань тощо.

Становлення основ дисциплінарного природознавства кінця XVIII – першої половини XIX ст. відбувалося на фоні різко посилюваній продуктивній ролі науки, перетворення наукових знань на особливий продукт, який має товарну ціну і приносить прибуток за його виробничому споживанні. У цей період починає формуватися система прикладних та інженерно-технічних наук як посередника між фундаментальними знаннями та виробництвом. Різні сфери наукової діяльності спеціалізуються та складаються відповідні до цієї спеціалізації наукові спільноти.

Перехід від класичного до некласичного природознавства був підготовлений зміною структур духовного виробництва в європейській культурі другої половини XIX – початку XX ст., кризою світоглядних настанов класичного раціоналізму, формуванням у різних сферах духовної культури нового розуміння раціональності, коли свідомість, що осягає дійсність, постійно наштовхується на ситуації своєї зануреності в саму цю дійсність, відчуваючи свою залежність від соціальних обставин, які багато в чому визначають настанови пізнання, його ціннісні та цільові орієнтації.

У сучасну епоху, починаючи з останньої третини XX століття, ми стали свідками нових радикальних змін в основах науки. Ці зміни можна охарактеризувати як **Четверту глобальну наукову революцію, під час якої народжується нова постнекласична наука.**

1.5. Історичні типи наукової раціональності

Три великі стадії історичного розвитку науки, кожную з яких відкриває глобальна наукова революція, можна охарактеризувати як **три історичні типи наукової раціональності**, що змінювали один одного в історії техногенної цивілізації. Це – **класична раціональність** (що відповідає класичній науці у двох її станах – додисциплінарному та дисциплінарно-організованому); **некласична раціональність** (відповідна некласичній науці) та **постнекласична раціональність**. Між ними як

етапами розвитку науки існують своєрідні «перекриття», причому поява кожного нового типу раціональності не відкидало попереднього, а лише обмежувала сферу його дії, визначаючи його застосовність тільки до певних типів проблем і завдань.

Кожен етап характеризується особливим станом наукової діяльності, спрямованої на постійне зростання об'єктивно істинного знання. Якщо схематично уявити цю діяльність як відносини «суб'єкт–засоби–об'єкт» (включаючи у розуміння суб'єкта ціннісно цільові структури діяльності, знання та навички застосування методів та засобів), то описані етапи еволюції науки, що виступають як різні типи наукової раціональності, характеризуються різною глибиною рефлексії по відношенню до самої наукової діяльності.

Класичний тип наукової раціональності, центруючи увагу на об'єкті, прагне за теоретичного пояснення та описі елімінувати все, що відноситься до суб'єкта, засобів та операцій його діяльності. Така елімінація сприймається як необхідна умова отримання об'єктивно істинного знання про світ. Цілі та цінності науки, що визначають стратегії дослідження та способи фрагментації світу, на цьому етапі, як і на всіх інших, детерміновані домінуючими в культурі світоглядними настановами та ціннісними орієнтаціями. Але класична наука не бере до уваги ці детермінації.

Некласичний тип наукової раціональності враховує зв'язки між знаннями про об'єкт та характером засобів та операцій діяльності. Експлікація цих зв'язків розглядається як умови об'єктивно істинного опису та пояснення світу. Але зв'язки між внутрішньонауковими та соціальними цінностями та цілями як і раніше не є предметом наукової рефлексії, хоча імпліцитно вони визначають характер знань (визначають, що саме і яким способом ми виділяємо та осмислюємо у світі).

Постнекласичний тип раціональності розширює поле рефлексії над діяльністю. Він ураховує співвіднесеність одержуваних знань про об'єкт не лише з особливістю засобів та

операцій діяльності, але і з ціннісно цільовими структурами. Причому експлікується зв'язок внутрішньонаукових цілей із позанауковими, соціальними цінностями та цілями.

Кожен новий тип наукової раціональності характеризується особливими, властивими йому основами науки, які дозволяють виділити у світі і досліджувати відповідні типи системних об'єктів (прості, складні або системи, що саморозвиваються). До того ж виникнення нового типу раціональності та нового образу науки не слід розуміти спрощено в тому сенсі, що кожен новий етап призводить до повного зникнення уявлень та методологічних настанов попереднього етапу. Навпаки, для них існує наступність. Некласична наука зовсім не знищила класичну раціональність, лише обмежила сферу її дії. Під час вирішення низки завдань некласичні уявлення про світ і пізнання виявлялися надмірними, і дослідник міг орієнтуватися на традиційно класичні зразки (наприклад, під час розв'язання низки задач небесної механіки не потрібно було залучати норми квантово-релятивістського опису, а достатньо було обмежитися класичними нормативами дослідження). Так само становлення постнекласичної науки не призводить до знищення всіх уявлень і пізнавальних настанов некласичного та класичного дослідження. Вони будуть використовуватися в деяких пізнавальних ситуаціях, але тільки втратять статус домінуючих та визначальних образів науки.

Коли сучасна наука на передньому краю свого пошуку поставила в центр досліджень унікальні системи, що історично розвиваються, у які як особливий компонент включена сама людина, то вимога експлікації цінностей у цій ситуації не тільки не суперечить традиційній настанові на отримання об'єктивно істинних знань про світ, але і є причиною реалізації цієї настанови. Є всі підстави вважати, що з розвитком сучасної науки ці процеси посилюватимуться. Техногенна цивілізація нині входить у смугу особливого типу прогресу, коли гуманістичні орієнтири стають вихідними у визначенні стратегій наукового пошуку.

Тема 2. КЛАСИЧНИЙ І НЕКЛАСИЧНИЙ ТИПИ НАУКОВОЇ РАЦІОНАЛЬНОСТІ

2.1. Історія наукової раціональності як предмет дослідження

Аж до XIX ст. проблема історії науки (і відповідно наукової раціональності) не була предметом спеціального розгляду ні філософів, ні вчених, які працювали в тій чи іншій галузі наукового знання, і лише у працях перших позитивістів з'являються спроби аналізу генези науки та її історії, створюється історіографія науки.

Специфіка позитивістського підходу до виникнення науки в позитивізмі виражена **Г. Спенсером (1820–1903)** у роботі «Походження науки». Стверджуючи, що звичайне знання та наукове знання за своєю природою тотожні, він заявляє про неправомірність постановки питання про виникнення науки, яка, на його думку, **виникає разом із появою людського суспільства**. Науковий метод розуміється ним як природний, спочатку властивий людині спосіб бачення світу, незмінний у різні епохи. Розвиток знання відбувається лише шляхом розширення нашого досвіду. Спенсер відкидав те, що мисленню притаманні філософські моменти. Саме це положення позитивістської історіографії стало предметом різкої критики істориками науки інших напрямів.

Розробка історії науки почалася лише у XIX ст., але розумілася вона тоді або як розділ філософії, або як розділ загальної теорії культури, або як розділ тієї чи іншої наукової дисципліни. Визнання історії науки як спеціальної наукової дисципліни відбулося лише в 1892 р., коли у Франції було створено першу кафедру історії науки.

Перші програми історико-наукових досліджень можна охарактеризувати так:

- спочатку вирішувалося завдання хронологічної систематизації успіхів у будь-якій галузі науки;

– робився наголос на опис механізму прогресивного розвитку наукових ідей та проблем;

– визначалася творча лабораторія вченого, соціокультурний та світоглядний контекст творчості.

Одна з головних проблем, характерних для історії науки, – зрозуміти, пояснити, як, яким чином зовнішні умови (економічні, соціокультурні, політичні, світоглядні, психологічні та інші) позначаються на результатах наукової творчості: на створених теоріях, використовуваних гіпотезах, застосовуваних методах наукового пошуку.

Емпіричною базою історії науки є наукові тексти минулого: книги, журнальні статті, листування вчених, неопубліковані рукописи, щоденники тощо. Але чи є гарантія, що історик науки має репрезентативний матеріал для свого дослідження? Адже дуже часто вчений, який зробив відкриття, намагається забути помилкові шляхи пошуку, які призводили його до хибних висновків.

Оскільки об'єктом історико-наукового дослідження є минуле, таке дослідження завжди – реконструкція, яка прагне претендувати на об'єктивність. Так само як і всім іншим історикам, історикам науки відомі дві можливі односторонні настанови, на основі яких проводиться дослідження: **презентизм** (пояснення минулого мовою сучасності) та **антикваризм** (відновлення цілісної картини минулого без будь-яких посилань до сучасності). Вивчаючи минуле, іншу культуру, інший стиль мислення, знання, які сьогодні в науці вже не відтворюються, чи відтворює історик науки щось, що є лише відображенням його епохи? І презентизм, і антикваризм стикаються з непереборними труднощами, відзначеними багатьма визначними істориками науки.

Сплеск історіографічних досліджень було зафіксовано у 30-х роках ХХ ст. У 1931 р. на Другому міжнародному конгресі істориків науки в Лондоні доповідь про соціально-економічне коріння механіки Ньютона зробив радянський

учений Б.М. Гессен, який застосував у своєму дослідженні діалектичний метод. Ця доповідь справила значне враження на учасників конгресу, з числа яких утворився «невидимий коледж» – група, яка не мала організаційного оформлення, але яка об'єднала частину англійських учених, що займалися вивченням історії науки. Робота цієї групи дала поштовх до виникнення такого напрямку в західній історіографії науки, яке отримало назву екстерналістського.

Представники даного напрямку поставили своїм завданням **виявлення зв'язків між соціально-економічними змінами в житті суспільства та розвитком науки**. Лідером його по праву став англійський фізик і наукознавець **Д. Бернал (1901–1971)**, який опублікував роботи «Соціальна функція науки», «Наука і суспільство», «Наука в історії суспільства» та ін. До відомих представників екстерналістського напрямку можна віднести Е. Цильзеля, Р. Мертона, Дж. Нідама, А. Кромбі, Г. Герлака, С. Ліллі.

Екстерналістська концепція генези науки викликала різке неприйняття з боку деяких істориків науки, які представили альтернативну концепцію, що отримала назву **інтерналістської або іманентної**. Відповідно до цієї концепції, **наука розвивається не завдяки впливам ззовні, із соціальної дійсності, а внаслідок своєї внутрішньої еволюції**, творчої напруги самого наукового мислення. До представників цього напрямку відносяться А. Койре, Дж. Прайс, Р. Холл, Дж. Ренделл, Дж. Агассі.

Для всіх представників екстерналістського та інтерналістського напрямів характерно наступне: вони вважають, що **наука – це унікальне явище в історії культури, що зароджується вона в період переходу від Середньовіччя до Нового часу**. На противагу позитивістським поглядам на науку, вони стверджують, що науковий метод – аж ніяк не природний, безпосередньо даний людині спосіб сприйняття дійсності, а формується під впливом різних факторів. Але розуміють ці

чинники вони по-різному. Так, представники екстерналізму Е. Цильзель та Дж. Нідам бачать їх у ламанні соціальних бар'єрів між діяльністю верхніх верств ремісників та університетських учених в епоху зародження та становлення капіталізму. Р. Мертон доводить такі істотні риси наукового методу як раціоналізм і емпіризм, впливом протестантської етики.

Інтерналіст **А. Койре (1892–1964)** – французький філософ та історик науки – бачить умову виникнення науки в корінній розбудові способу мислення. Для нього ця перебудова виявилася в руйнуванні античного уявлення про Космос як про ієрархічний упорядкований світ, де кожна річ має своє «природне» місце, у якому «земне» за фізичними властивостями різко відрізняється від «небесного». Ідея Космосу замінюється ідеєю невизначеного і нескінченного Універсуму, у якому всі речі належать тому самому рівню реальності. Як вважає А. Койре, руйнація Космосу – це найглибша революція, яка була здійснена в людських умах, і породили її зміни філософських концепцій, які виступають як фундаментальні структури наукового знання. Наступним моментом мислитель виділяє геометризацию простору, тобто заміщення конкретного простору догалілейської фізики абстрактним та гомогенним простором евклідової геометрії. На його думку, не спостереження і експеримент, хоча їх значення у становленні науки він не заперечує, а створення спеціальної мови (для нього це мова математики, зокрема геометрії) було необхідною умовою експериментування. Койре вважає, що **історію наукової думки до моменту виникнення вже сформованої науки необхідно поділити на три етапи**, що відповідають трьом різним типам мислення:

- 1) аристотелівська фізика;
- 2) фізика «імпету», розроблена протягом XIV ст.;
- 3) математична фізика Галілея.

Представник екстерналістського напрямку, австрійський історик науки **Е. Цильзель (1891–1944)**, зауважує, що розвиток

людського мислення йшов не однолінійно, а в багатьох якісно різних напрямках, де поява науки стала лише однією з його гілок. У статті «Соціологічне коріння науки» він вичленює **загальні та специфічні умови формування науки та наукового методу. Загальні умови такі:**

1. З появою раннього капіталізму центр культури переміщується з монастирів та сіл у міста. Наука не могла розвиватися серед духовенства та лицарства, оскільки її дух світський та невійськовий. Тому вона могла розвиватися лише серед городян.

2. Кінець Середньовіччя був періодом швидкого технологічного прогресу. У виробництві та у військовій справі стали використовуватися машини, що, з одного боку, ставило завдання для механіків та хіміків, а з іншого – сприяло формуванню каузального мислення.

3. Капіталізм з його духом підприємництва та конкуренції зруйнував властивий середньовічному способу життя та мислення традиціоналізм та сліпу віру в авторитети. Індивідуалізм, що формувався в суспільстві, став причиною наукового мислення. Довіряючи тільки собі, звільняючись від віри в авторитети, учений розвиває критичний дух, без якого наука неможлива. Ніяке попереднє суспільство не знало критичного духу, оскільки воно не знало економічної конкуренції.

4. Феодальне суспільство керувалося традицією і звичкою, тоді як у капіталізмі, який розвивався, важливу роль відіграють раціональні правила управління і господарювання. А виникнення економічної раціональності сприяло розвитку раціональних наукових методів. Поява кількісного способу, який фактично не існував раніше, є невіддільною від духу розрахунків і обчислень, властивих капіталістичній економіці.

Розглядаючи **специфічні умови**, що сприяли становленню експериментального природознавства, Цильзель розглядає три великі соціальні групи: а) університетських учених-схоластів, б) гуманістів та в) ремісників та їх взаємини протягом XIV–XVI ст.

Університетський дух до середини XVI ст. залишався переважно середньовічним і чинив сильний опір розумінню змін зовнішнього світу.

Гуманісти – представники світської освіченості – з’явилися в італійських містах у середині XIV ст. Вони не були вченими, а були секретарями знаті, духовенства, службовцями муніципалітетів. Багато хто з них ставав літератором, інші ставали наставниками дітей знаті. Але й університетські вчені, і гуманісти були прихильниками авторитетів, вважає Цильзель.

Ремісники, виходячи з-під влади цехових традицій і підштовхувані до винахідництва економічною конкуренцією, були «піонерами емпіричного спостереження та експериментування». Серед них були привілейовані групи, які отримали більше знань щодо їхньої діяльності. За всебічну діяльність Цильзель називає їх художниками-інженерами.

Спробу подолання однобічності інтерналізму та екстерналізму зробив американський учений **Т. Кун (1922–1995)** у роботі «Структура наукових революцій». Екстерналістська історіографія, вважає він, необхідна щодо початкового розвитку будь-якої галузі науки, обумовленої соціальними потребами суспільства. Для зрілої науки прийнятна інтерналістська історіографія. Маючи певну автономію, обидва підходи, на думку Куна, доповнюють один одного.

У даний час співіснують (попри те, що виникли в різний час) **три моделі історичної реконструкції науки**:

- 1) історія науки як кумулятивний, поступальний, прогресивний процес;
- 2) історія науки як розвиток через наукові революції;
- 3) історія науки як сукупність індивідуальних, приватних ситуацій (*case studies*).

Сенс історично більш ранньої **кумулятивістської моделі** може бути виражений такими положеннями: **кожний наступний крок у науці може бути зроблений лише спираючись**

на попередні досягнення; нове знання досконаліше старого, воно повніше, точніше, адекватніше відбиває реальність; попередній розвиток науки – передісторія, підготовка її сучасного стану; у минулому знанні значущі ті елементи, які відповідають сучасним науковим теоріям; усе, що було відкинуто сучасною наукою, вважається помилковим, належить до оман.

Але переривчастість може вторгнутися в науку актами творчості, виникненням нового знання, іноді докорінно відмінним від старого. Як бути в такій ситуації, якщо стояти на точці зору кумулятивізму?

Австрійський фізик та філософ кінця XIX – початку XX ст. **Е. Мах (1838–1916)** розв’язував цю проблему, формулюючи **принцип безперервності**, який полягає в тому, що дослідник повинен уміти побачити в явищах природи одноманітність, уявити нові факти таким чином, щоб підвести їх під уже відомі закони.

Французький фізик та філософ цього ж періоду **П. Дюгем (1861–1916)** чітко уявляв, що в історії науки бувають великі зрушення, перевороти, але завдання історії науки він бачив у тому, щоб включити їх у таку історико-наукову реконструкцію, яка веде до поступовості, безперервності й виводить ці зрушення, перевороти з попереднього розвитку знання. Саме з цієї ідеї мислитель зумів показати значення розвитку середньовічного знання у становленні науки Нового часу.

Друга модель розуміє історію розвитку через наукові революції. Але будь-яке наукове знання, отримане в такий спосіб, має бути доведене, виведене, систематизоване, зрозуміле з попереднього знання. Тому історики науки, що дотримуються еволюціоністських поглядів, хоч і визнавали революційні ситуації в історії науки, але вважали, що зрозуміти їх можна лише включивши в безперервний ряд розвитку, звівши до еволюційного процесу. Розрізняються еволюційні концепції тим, як вони розуміють це зведення: це або розуміння наукових революцій як прискорення еволюційного розвитку,

коли в короткий проміжок часу відбувається велика кількість наукових відкриттів, або аналіз революційної ситуації проводиться так, що витoki нових ідей перебувають у більш ранніх роботах попередників.

Інші дослідники, зокрема представники постпозитивізму (друга половина ХХ ст.), стверджують, що наукова революція призводить до фундаментального ламання старої теорії, або парадигми, або науково-дослідної програми, які принципово не зводяться до попередніх теорій, парадигм, дослідницьких програм. Так, Т. Кун, наприклад, вважав, що в ході наукової революції виникає нова теорія, уже завершена і цілком оформлена, у той час як І. Лакатос стверджував, що науково-дослідна програма, що перемогла в результаті наукової революції, повинна розвиватися, удосконалюватися до «пункту насичення», після чого починається її регрес. У цьому є можливість визначати проблеми, які підлягають обговоренню, передбачати аномалії.

У 60–70-х роках ХХ ст. робилися спроби переписати історії окремих наук за куновською схемою: періоди еволюційного накопичення знань, тобто «нормальна наука», далі змінюються корінною ламкою парадигми – «науковою революцією», після чого знову йде процес накопичення знань у рамках нової парадигми. Але причина, з якої виходили автори, залишалася, у принципі, стара: наука розвивається поступально, безперервність порушується лише періодами наукових революцій.

Третя модель реконструкції науки, що зароджується в історіографії науки, **одержала назву «case studies» – ситуаційних досліджень.**

Наукове відкриття під час використання такої реконструкції зображується як історична подія, у якій змішалися ідеї, зміст, цілі попередньої науки, культури, умов життя наукового співтовариства цього періоду. Отриманий науковий результат не береться ізольовано для включення його в ланцюжок

розвитку наукових ідей, а розглядається у співвіднесенні з науковими гіпотезами, теоріями, у контексті соціокультурних, психологічних обставин, за яких він був отриманий. Але чи може вивчення локальних (фокусних) точок привести до виявлення загальних параметрів досліджуваного періоду? Аналіз робіт авторів, які використовують цей метод реконструкції, показує, що дуже складно виявити ці характеристики, тому **в ході ситуаційного дослідження найчастіше створюється фрагментарна історична картина.**

Хоча ситуаційні дослідження лише мають посісти своє місце в історико-наукових студіях, але вже сьогодні можна виділити їх **методологічно значущі особливості:**

1. Ці дослідження зосереджені не на готовому факті, результаті наукового відкриття, а на самій події, цілісній і неповторній. Ця подія, хоча навіть представляється приватною і незначною, несе в собі симптоми переломних, переворотних подій в історії науки. Вона виявляється перехрестям різних напрямів історико-наукових пошуків. Ситуаційні дослідження поєднують у собі синтетичність, універсальність і локальність, точковість, легкодоступну для огляду предметність аналізованої події.

2. Неправильно представляти *case-studies* лише як реконструкцію творчих актів, які стоять десь поруч з науковим текстом, що пояснює його передісторію. Загалом ідеться про тексти, відібрані з метою якомога повнішого відтворення ситуації.

3. *Case-study* характеризується як деяка вирва, у яку стягуються і попередні, і наступні події, хоча здійснюється аналіз лише теперішнього стану науки.

4. Важливо, що в ролі цілісного й унікального береться подія, мала за обсягом.

5. Усередині ситуаційних досліджень трансформуються звичайні для історіографії науки поняття, такі як безперервність та дискретність, критерії науковості, індивідуальна творчість та готова наукова теорія, наукова спільнота тощо.

6. Характерним для ситуаційних досліджень є включення науки в контекст культури, що змушує перебудовувати типо-

ві для історичної реконструкції поняття. У цьому **ситуаційні дослідження можна поділити на два типи**:

а) предметом вивчення беруться деякі мутаційні точки, у яких змінюється тип культури, тип мислення (діалоги Галілея, перші статті Ейнштейна тощо);

б) більш звичайна подія в історії науки, яка не виходить за рамки наукового мислення даної культури, але зосереджує в собі, фокусує його основні особливості.

Якщо вдатися до графічної моделі історії науки, то традиційна кумулятивна історіографія науки може бути представлена прямою однаковою лінією, у той час як історична реконструкція на базі *case-studies* становитиме собою щось подібне до площини з пагорбами і піками, які зображують події більшої та меншої значимості. Між подіями (а ними можуть бути і конкуруючі теорії) установлюються діалогічні відносини, які на графічній моделі можна показати як лінії, що поєднують різні пагорби та піки.

Досвід відомих історико-наукових робіт, виконаних за методом ситуаційних досліджень, показує, що реконструкція минулої події як унікальної передбачає складну теоретичну роботу з узагальнення під час побудови цілісної, «об'ємної» події, що є досить складним і є справою майбутнього. Дедалі більше в дослідження з історії науки проникає ідея взаємодоповнюваності існуючих методів.

Питання періодизації історії науки в історіографічній літературі є дискусійним. Скористаємося періодичністю, що отримує все більше визнання, згідно з якою **науці як такій передують переднаука, де зароджуються елементи (передумови) науки, потім іде класична наука, некласична і постнекласична.**

2.2. Виникнення передумов наукової раціональності у Стародавньому світі та в Середньовіччі

У Давньоєгипетській цивілізації виник складний апарат державної влади, тісно зрощений із сакральним апаратом

жерців. Носіями знань були жерці, залежно від рівня посвячення, які мали ту чи іншу суму знань. Знання існували в релігійно-містичній формі і тому були доступні лише жерцям, які могли читати священні книги та як носії практичних знань мати владу над людьми.

Загалом люди селилися в долинах рік, де близько вода, але тут і небезпека – розливи рік. Тому виникає необхідність систематичного спостереження за явищами природи, що сприяло відкриттю певних зв'язків між ними і привело до створення календаря, відкриття затемнень Сонця, що циклічно повторювалися та ін. Жерці накопичують знання в галузі математики, хімії, медицини, фармакології, психології, вони добре володіють гіпнозом. Майстерне муміфікування свідчить про те, що стародавні єгиптяни мали певні досягнення в галузі медицини, хімії, хірургії, фізики, ними було розроблено іри-додіагностику.

Оскільки будь-яка господарська діяльність була з обчисленнями, було накопичено великий масив знань у галузі математики: обчислення площ, підрахунок виробленого товару, розрахунок виплат, податків, використовувалися пропорції, оскільки розподіл благ вівся пропорційно соціальним і професійним рангам. Для практичного вживання створювалося безліч таблиць з готовими рішеннями. Стародавні єгиптяни займалися лише тими математичними операціями, які були необхідні для їх безпосередніх господарських потреб, але вони **не займалися створенням теорій – однією з найважливіших ознак наукового знання.**

Шумери винайшли гончарне коло, колесо, бронзу, кольорове скло, установили, що рік дорівнює 365 дням, 6 годинам, 15 хвилинам, 41 секунд (для довідки: сучасне значення – 365 днів, 5 годин, 48 хвилин, 46 секунд), ними була створена оригінальна концепція, що містить мудрість шумерської цивілізації, більшість текстів якої не розшифровано.

Специфіка освоєння світу шумерською та іншими цивілізаціями Стародавньої Месопотамії обумовлена способом мис-

лення, що докорінно відрізняється від європейського: **немає раціонального дослідження світу, теоретичного розв'язання проблем**, а найчастіше для пояснення явищ використовуються аналогії з життя людей.

Передумовою виникнення наукових знань багато дослідників історії науки вважають міф. У ньому зазвичай відбувається ототожнення різних предметів, явищ, подій. Для ототожнення необхідно було опанувати операцію виділення «істотних» ознак, а також навчитися зіставляти різні предмети, явища за виділеними ознаками, що надалі зіграло значну роль у становленні знань.

Формування окремих наукових знань і методів пов'язують з тим культурним переворотом, що стався у Стародавній Греції. Що ж спричинило культурний переворот?

Розглядаючи перехід від традиційного суспільства до нетрадиційного, у якому можливе створення науки, розвиток філософії, мистецтва, російський дослідник М.К. Петров вважав, що для традиційного суспільства характерна особисто-іменна та професійно-іменна трансляція культури. Суспільство такого типу може розвиватися або через удосконалення прийомів та знарядь праці, підвищення якості продукту, або за рахунок збільшення професій шляхом їх відпочкування. У цьому випадку обсяг та якість знань, що передаються з покоління до покоління, збільшуються завдяки спеціалізації. Але за такого розвитку наука з'явитися не могла, їй не було б на що спертися, чи не на знання і навички, що передаються від батька синові? Крім того, у такому суспільстві неможливе поєднання різноманітних професій без зменшення якості продукції. Що ж тоді спричинило руйнування традиційного суспільства, поклало край розвитку через спеціалізацію?

Багато дослідників причину цього бачать в особливостях суспільної психології давніх греків, обумовлених соціальними, політичними, природними та іншими факторами.

Близько V ст. до н. е. посилюються демократичні тенденції в житті грецького суспільства, що приводить до критики

аристократичної системи цінностей. У цей час у соціумі стали стимулюватися творчі задатки індивідуумів, навіть якщо спочатку плоди їхньої діяльності були практично марними. Стимулюються громадські суперечки проблемами, які не мають жодного прямого відношення до звичайних інтересів людей, що сприяло розвитку критичності, без якої немислиме наукове пізнання. На відміну від Сходу, де бурхливо розвивалася техніка рахунку для практичних, господарських потреб, у Греції почала формуватися «наука, що доводить».

На думку російського дослідника В.С. Стюпіна, існує два методи формування знань, які відповідають зародженню науки (переднауки) та науки у власному значенні слова. Наука, що народжується, вивчає зазвичай ті речі та способи їх змін, з якими людина багаторазово стикається у своїй практичній діяльності та повсякденному досвіді. Вона намагається будувати моделі таких змін для передбачення результатів своїх дій. Діяльність мислення, яка формується з урахуванням практики, представляла ідеалізовану схему практичних дій. Так, єгипетські таблиці додавання представляють типову схему практичних перетворень, які здійснюються над предметними сукупностями. Такий самий зв'язок з практикою виявляється в перших знаннях, які відносяться до геометрії, заснованої на практиці виміру земельних ділянок.

Спосіб побудови знань шляхом абстрагування та систематизації предметних відносин готівкової практики забезпечував передбачення її результатів у межах уже сформованих способів практичного освоєння світу. Якщо на етапі переднауки як первинні ідеальні об'єкти, так і їх відносини (відповідно до змісту основних термінів мови та правила оперування з ними) виводилися безпосередньо з практики і лише потім усередині створеної системи знання (мови) формувалися нові ідеальні об'єкти, то тепер пізнання робить наступний крок. Воно починає будувати фундамент нової системи знання якби «згори» по відношенню до реальної практики і лише після

цього, шляхом низки опосередків, перевіряє створені з ідеальних об'єктів конструкції, зіставляючи їх з предметними відносинами практики.

Через такий метод вихідні ідеальні об'єкти черпаються вже не з практики, а запозичуються з систем знання (мови), що склалися раніше, і застосовуються як будівельний матеріал для формування нових знань. Ці об'єкти занурюються в особливу «мережу відносин», структуру, яка запозичується з іншої галузі знання, де вона попередньо обґрунтовується як схематизований образ предметних структур дійсності. Поєднання вихідних ідеальних об'єктів з новою «сіткою відносин» здатне породити нову систему знань, у межах якої можуть знайти відображення суттєві риси раніше не вивчених сторін дійсності. Пряме чи опосередковане обґрунтування даної системи практикою перетворює її на достовірне знання.

У розвиненій науці такий спосіб дослідження зустрічається буквально на кожному кроці. Так, наприклад, у міру еволюції математики числа починають розглядатися не як прообраз предметних сукупностей, якими оперують у практиці, а як відносно самостійні математичні об'єкти, властивості яких підлягають систематичному вивченню. З цього моменту починається власне математичне дослідження, під час якого з раніше вивчених натуральних чисел будуються нові ідеальні об'єкти. Застосовуючи, наприклад, операцію віднімання будь-яких пар позитивних чисел, можна було отримати негативні числа під час віднімання з меншого числа більшого.

Відкривши собі клас негативних чисел, математика робить наступний крок. Вона розповсюджує на них усі ті операції, які були прийняті для позитивних чисел, і таким шляхом створює нове знання, що характеризує раніше не досліджені структури дійсності. Описаний спосіб побудови знань поширюється не лише в математиці, а й у природничих науках (метод висування гіпотез зі своїм подальшим обґрунтуванням досвіду).

З цього моменту закінчується переднаука. Оскільки наукове пізнання починає орієнтуватися на пошук предметних структур, які не можуть бути виявлені в повсякденній практиці та виробничій діяльності, воно вже не може розвиватися, спираючись лише на ці форми практики. Виникає потреба в особливій формі практики, яка обслуговує природознавство, що розвивається, – науковому експерименті.

Стародавні греки намагаються описати й пояснити виникнення, розвиток та будову світу загалом та речей його складових. Ці уявлення одержали назву **натурфілософських**. Натурфілософією (філософією природи) називають переважно філософсько-умоглядне тлумачення природи, яка розглядається в цілісності і спирається на деякі природничі поняття. Деякі з цих ідей потрібні і сьогоднішнім природознавцям.

Для створення моделей Космосу був потрібен досить розвинений математичний апарат. Найважливішою віхою на шляху створення математики як теоретичної науки були роботи **піфагорійської школи**. Нею була створена картина світу, яка хоч і включала в себе міфологічні елементи, але за основними своїми компонентами була вже філософсько-раціональним типом світобудови. В основі цієї картини лежав **принцип: початком є число**. Піфагорійці вважали числові відносини ключем до розуміння світоустрою. І це створювало особливі передумови виникнення теоретичного рівня математики. Завданням ставало вивчення чисел та його відносин не просто як моделей тих чи інших практичних ситуацій, а самих собою, безвідносно до практичного застосування. Адже **пізнання властивостей і відношень чисел тепер мислилося як пізнання початків і гармонії Космосу**. Числа поставали як особливі об'єкти, які потрібно осягати розумом, вивчати їх властивості та зв'язки, а потім уже, виходячи зі знань про ці властивості та зв'язки, пояснювати явища, що спостерігаються.

Саме ця настанова характеризує перехід від суто емпіричного пізнання кількісних відносин (прив'язаного до наяв-

ного досвіду) до теоретичного дослідження, яке, оперуючи абстракціями та створюючи на основі раніше отриманих абстракцій нові, здійснює прорив до нових форм досвіду, відкриваючи невідомі раніше речі, їх властивості та відношення. У піфагорійській математиці поряд з доказом низки теорем, найвідомішою з яких є знаменита теорема Піфагора, були здійснені важливі кроки до поєднання теоретичного дослідження властивостей геометричних фігур з властивостями чисел.

На початку IV ст. до н. е. Гіппократом Хіосським був представлений перший в історії людства виклад основ геометрії, який базується на методі математичної індукції. Досить повно було вивчено коло, тому що для греків коло було ідеальною фігурою та необхідним елементом їх уможливлених побудов. Дещо пізніше стала розвиватися геометрія об'ємних тіл – стереометрія. Теететом була створена теорія правильних багатогранників, він указав способи їх побудови, виразив їхні ребра через радіус описаної сфери та довів, що жодних інших правильних опуклих багатогранників існувати не може.

Особливості грецького мислення, яке було раціональним, теоретичним, що в даному випадку рівносильно споглядальному, наклали відбиток на формування знань у цей період. **Основна діяльність ученого полягала у спогляданні та осмисленні споглядаємого.** А що ж споглядати, як не небесне склепіння, яким рухаються небесні світила? Без сумніву, спостереження над небом проводилися і в суто практичних цілях на користь навігації, сільського господарства, для уточнення календаря. Але це не було для греків головним. Треба було не просто фіксувати видимі переміщення небесних світил по небесному склепінню і передбачати їх поєднання, а розібратися в сенсі явищ, що спостерігаються, включивши їх у загальну схему світобудови. Причому на відміну від Стародавнього Сходу, який накопичив величезний матеріал подібних спостережень і використовував їх з метою передбачення, астрологія в Стародавній Греції не знаходила собі застосування.

Перша геометрична модель Космосу була розроблена Евдоксом (IV ст. до н. е.) та отримала назву **моделі гомоцентричних сфер**. Потім вона була вдосконалена Каліппом. Останнім етапом створення гомоцентричних моделей була модель, запропонована Аристотелем. В основі всіх цих моделей лежить уявлення про те, що Космос складається з низки сфер або оболонок, що мають загальний центр, який збігається з центром Землі. Зверху Космос обмежений сферою нерухомих зірок, які здійснюють оберт навколо світової осі протягом доби. Усі небесні тіла (Місяць, Сонце і п'ять у той час відомих планет: Венера, Марс, Меркурій, Юпітер, Сатурн) описуються системою взаємопов'язаних сфер, кожна з яких обертається рівномірно навколо своєї осі, але напрямок осі та швидкість руху для різних сфер можуть бути різними. Небесне тіло прикріплене до екватора внутрішньої сфери, вісь якої жорстко пов'язана з двома точками наступної за порядком сферою тощо. Таким чином, усі сфери перебувають у безперервному русі. У всіх гомоцентричних моделях відстань від будь-якої планети до центру Землі завжди залишається однаковою, тому неможливо пояснити видиме коливання яскравості таких планет як Марс, Венера, отже цілком резонно, що могли з'явитися й інші моделі Космосу.

І до таких моделей можна віднести **геліоцентричні моделі** Геракліда Понтійського (IV ст. до н. е.) та Аристарха Самоського (III ст. до н. е.), але вони не мали на той час широкого поширення і прихильників, бо геліоцентризм розходився з традиційними поглядами на центральне становище Землі як центру світу та гіпотеза про її рух зустрічала активний опір з боку астрономів.

Серед значних натурфілософських ідей античності становлять інтерес атомістика та елементаризм. Як вважав Аристотель, **атомістика** виникла у процесі розв'язання космогонічної проблеми, поставленої Парменідом Елейським (близько 540–450 рр. до н. е.). Якщо проінтерпретувати думку

Парменіда, то проблема звучатиме так: **як знайти єдине, незмінне і незнищувальне в різноманітті мінливого, яке виникає і знищується? В античності відомі два шляхи розв'язання цієї проблеми.**

Згідно з першим, усе існуюче побудовано з двох початків, початку незнищуваного (незмінного, речового та оформленого) та початку руйнування (мінливості, нематеріальності та безформності). Перше – атом («неподільне»), друге – порожнеча, нічим не наповнена протяжність. Таке рішення було запропоновано Левкіппом (V ст. до н. е.) та Демокрітом (близько 460–370 рр. до н. е.). Буття для них не єдине, а нескінченні за кількістю невидимі частинки, які рухаються в порожнечі; коли вони з'єднуються, це приводить до виникнення речей, а коли роз'єднуються, то – до їх загибелі.

Другий шлях розв'язання проблеми Парменіда пов'язують з Емпедоклом (бл. 490–430 рр. до н. е.). На його думку, **Космос утворений чотирма елементами-стихиями**: вогнем, повітрям, водою, землею та двома силами: любов'ю та ворожнечею. Елементи не схильні до якісних змін, вони вічні й неперехідні, однорідні, здатні вступати один з одним у різні комбінації в різних пропорціях. Усі речі складаються з елементів.

Платон (427–347 рр. до н. е.) об'єднав учення про елементи та атомістичну концепцію будови речовини. У «Тімеї» філософ стверджує, що чотири елементи – вогонь, повітря, вода та земля – не є найпростішими складовими частинами речей. Він пропонує їх назвати початками та приймати за стихії. Відмінності між елементами визначаються відмінностями між найдрібнішими частинками, з яких вони складаються. Частинки мають складну внутрішню структуру, можуть руйнуватися, переходити одна в одну, мають різні форми і величини. Платон, а це впливає із структурно-геометричного складу його мислення, приписує частинкам, з яких складаються елементи, форми чотирьох правильних багатогранників – куба, тетраедра, октаедра та ікосаедра. Їм відповідають земля, вогонь, повітря, вода.

Оскільки деякі елементи можуть переходити один в одного, то і перетворення одних багатогранників на інші можуть відбуватися за рахунок перебудови їх внутрішніх структур. Для цього необхідно знайти в цих постатях спільне. Таким спільним для тетраедра, октаедра та ікосаедра є грань цих фігур, що становить собою правильний (рівносторонній) трикутник.

Запропоновані американським фізиком К. Гелл-Манном гіпотетичні найпростіші структурні одиниці матерії – кварки – мають деякі риси, що нагадують платонівські елементарні трикутники. І ті й інші не існують окремо, самостійно. Як і властивості трикутників, властивості кварків визначаються числом «3»: існує лише три роди кварків, електричний заряд кварка дорівнює одній третині заряду електрона тощо.

Аристотель (384–322 рр. до н. е.) створив усеосяжну систему знання про світ, найбільш адекватну свідомості своїх сучасників. У цю систему увійшли знання з галузі фізики, етики, політики, логіки, ботаніки, зоології, філософії. Ось назви лише деяких з них: «Фізика», «Про походження та знищення», «Про небо», «Механіка», «Про душу», «Історія тварин» та ін. Згідно з Аристотелем, істинним буттям володіє не ідея, не число (як, наприклад, у Платона), а конкретна поодинокоріч, яка є поєднанням матерії та форми. Матерія – це те, з чого виникає річ, її матеріал. Але щоб стати річчю, матерія має набути форми. Абсолютно безформна тільки первинна матерія, що в ієрархії речей лежить на найнижчому рівні. Над нею стоять чотири елементи, чотири стихії. Стихія – це первинна матерія, що набула форми під дією тієї чи іншої пари первинних сил – гарячого, сухого, холодного, вологого. Поєднання сухого та гарячого дає вогонь, сухого та холодного – землю, гарячого та вологого – повітря, холодного та вологого – воду. Стихії можуть переходити одна в одну, вступати у всілякі сполуки, утворюючи різноманітні речовини.

Щоб пояснити процеси руху, зміни, розвитку, що відбуваються у світі, Аристотель запроваджує чотири види причин:

матеріальні, формальні, діючі та цільові. Розглянемо їх на його прикладі із бронзовою статуєю. Матеріальна причина – бронза, діюча – діяльність скульптора, формальна – форма, у яку вдягли бронзу, цільова – те, заради чого статуя створена.

Для Аристотеля немає руху, крім речі. На підставі цього він виводить чотири види руху: щодо сутності – виникнення та знищення; щодо кількості – зростання та зменшення; щодо якості – якісні зміни; щодо місця – переміщення. Види руху не зводяться один до одного і один із одного не виводяться. Але з-поміж них існує деяка ієрархія, де найперший рух – переміщення.

Згідно з Аристотелем, Космос обмежений, має форму сфери, за межами якої немає нічого; Космос вічний і нерухомий, він створений ніким і виник під час природного космічного процесу; заповнений матеріальними тілами, які в «підмісячній» області утворені з чотирьох елементів – води, повітря, вогню та землі, у цій галузі тіла виникають, перетворюються, гинуть; у «надмісячній» області немає виникнення і загибелі, у ній знаходяться небесні тіла – зірки, планети, Земля, Місяць, які здійснюють свої кругові рухи, і п'ятий елемент – ефір, «перше тіло», що ні з чим не змішується, вічне, не переходить до інших елементів. У центрі Космосу знаходиться куляста Земля, нерухома, яка не обертається навколо своєї осі. Аристотель уперше в історії людського знання спробував визначити розміри Землі, обчислений ним діаметр земної кулі приблизно вдвічі перевищив істинний. Заснована філософом перипатична школа дала античному світу гідних продовжувачів його вчень, які зробили свій внесок у скарбничку знань.

Епоху еллінізму (IV ст. до н. е. – I ст. н. е.) вважають найбільш блискучим періодом в історії становлення наукового знання. У цей час хоч і відбувалася взаємодія грецької та східної культур на завойованих землях, але переважне значення мала все-таки грецька культура. Основною рисою елліністичної культури став індивідуалізм, викликаний нестійкістю соціально-політичної ситуації, неможливістю для

людини впливати на долю поліса, що посилилася міграцією населення, зростанням ролі царя і бюрократії. Це відбилося як на основних філософських системах еллінізму – стоїцизмі, скептицизмі, епікуреїзмі, неоплатонізмі, – так і на деяких натур-філософських ідеях. Так, у фізиці стоїків Зенона Катіонського (336–264 рр. до н. е.), Клеанфа з Ассоса (331–232 рр. до н. е.), Хрісіппа з Сол (281–205 рр. до н. е.) велике значення надавалося законам, якими існує Природа, тобто світовому порядку, якому, усвідомивши його, повинні з радістю підкорятися стоїки.

У фізиці стоїків використовувалися аристотелівські уявлення про першоелементи, у які ними вносилися нові ідеї: з'єднання вогню та повітря утворює субстанцію, названу «пневмою», якій приписували функції світової душі. Вона повідомляє індивідуальність речі, забезпечуючи її єдність і цілісність, висловлює логос речі, тобто закон її існування та розвитку. Пневма є активним світовим агентом на відміну фізичного тіла, яке + пасивний учасник процесів.

Згідно з уявлень стоїків, світ є єдиним і взаємопов'язаним потоком подій, де все має причину та слідство. І ці загальні та необхідні зв'язки вони називали *роком* чи *долею*. Поряд із причинною обумовленістю явищ існує їхня певна спрямованість до благої прекрасної та розумної мети. Отже, крім долі, стоїки визнають і благодотворне провидіння, що свідчить про тісний зв'язок стоїчної фізики та етики.

Так само тісно пов'язані фізика та етика в Епікура (342–270 рр. до н. е.), який вважав, що всі речі потенційно ділимі до нескінченності, але реально такий поділ перетворював би річ на ніщо, тому треба подумки десь зупинитися. Атом Епікура – це уявна конструкція, результат зупинки поділу речі на певній межі.

Атоми Епікура мають тяжкість і тому рухаються зверху вниз, але до того ж можуть «спонтанно відхилятися» з вертикального переміщення. Атоми, що відхилилися, описують різноманітні криві, сплітаються, ударяються один з одним, у результаті чого утворюється речовий світ.

В епоху еллінізму найбільші успіхи були зафіксовані в галузі математичних знань. Так, Евкліду (кінець IV – початок III ст. до н. е.) належить видатна робота античності «Початки»). Ця 15-томна праця стала результатом систематизації знань у галузі математики, частина з яких, за твердженням дослідників, належить попередникам Евкліда. Успіхами в розробці методів обчислення площ поверхонь та обсягів геометричних тіл відзначено життя Архімеда (бл. 287–212 рр. до н. е.). Але більшою мірою він відомий як геніальний механік та інженер.

II–I ст. до н. е. характеризуються занепадом елліністичних держав як під впливом міжусобних воєн, так і під ударами римських легіонерів, утрачають своє значення культурні центри, занепадають бібліотеки, наукове життя завмирає. Це не могло не позначитися на книжково-компіляторському характері римської вченості. Рим не дав світу жодного мислителя, який за своїм рівнем міг бути наближеним до Платона, Аристотеля, Архімеда. Усе це компенсувалося створенням компілятивних робіт, які мали характер популярних енциклопедій.

Великою славою користувалася дев'ятитомна енциклопедія Марка Терренція Варрона (116–27 рр. до н. е.), що містила знання з галузі граматики, логіки, риторики, геометрії, арифметики, астрономії, теорії музики, медицини та архітектури. Століттям пізніше шеститомний компендіум, присвячений сільському господарству, військовій справі, медицині, ораторському мистецтву, філософії та праву, створив Авл Корнелій Цельс. Найбільш відомий твір цієї пори – поема Тита Лукреція Кара (бл. 99–95 рр. – бл. 55 р. до н. е.) «Про природу речей», у якій дано найбільш повне та систематичне викладення епікурейської філософії. Енциклопедичними роботами були праці Гая Плінія Секунда Старшого (23–79 рр. н. е.), Луція Аннея Сенеки (4 р. до н. е. – 65 р. н. е.).

Крім цих компіляцій, були створені роботи великих знавців своєї справи: твори Вітрувія «Про архітектуру», Секста

Юлія Фронтіна «Про римські водопроводи», Луція Юнія Модерета Колемеллі «Про сільське господарство» (І ст. н. е.). До II ст. н. е. належить діяльність найбільшого лікаря, фізіолога та анатома Клавдія Галена (129–199 рр.) та астронома Клавдія Птолемея (87–165 рр.), система якого пояснювала рух небесних тіл з позицій геоцентричного принципу і тому протягом століть вважалася найвищою точкою розвитку теоретичної астрономії.

Знання, які формуються в епоху Середньовіччя в Європі, вписані в систему середньовічного світогляду, для якого характерним є прагнення до всеосяжного знання, яке впливає з уявлень, запозичених з античності: справжнє знання – це загальне знання, аподиктичне (доказове). Але володіти ним може тільки творець, тільки йому можна знати, і це знання тільки універсальне. У цій парадигмі немає місця для знання неточного, приватного, відносного, невичерпного.

Оскільки все на землі створено, існування будь-якої речі визначено згори, отже, вона може бути несимволічною. Згадаймо новозавітне: «Спочатку було Слово, і Слово було у Бога, і Слово було Бог». Слово виступає знаряддям творіння, а передане людині, воно виступає універсальним знаряддям розуміння світу. Поняття ототожнюються зі своїми об'єктивними аналогами, що є умовою можливості знання. Якщо людина опановує поняття, отже, вона отримує вичерпне знання дійсності, яка похідна від понять. Пізнавальна діяльність зводиться до вивчення останніх, а найбільш репрезентативними є тексти Святого Письма.

Усі «речі видимі» відтворюють, але над однаковою мірою «речі невидимі», тобто є їхніми символами. І в залежності від наближеності чи віддаленості від Бога між символами існує певна ієрархія. Телеологізм виявляється в тому, що це явища дійсності існують за промислом Бога й у призначених їм ролях (земля і вода слугують рослинам, які зі свого боку слугують худобі).

Як же, виходячи з таких настанов, може здійснюватися пізнання? Лише під контролем церкви. Формується жорстка цензура, усе, що суперечить релігії, підлягає забороні. Так, у 1131 р. було накладено заборону вивчення медичної та юридичної літератури. Середньовіччя відмовилося від багатьох провидницьких ідей античності, які не вписуються в релігійні уявлення. Оскільки пізнавальна діяльність носить теологічно-текстовий характер, то досліджуються та аналізуються не речі та явища, а поняття. Тому універсальним методом стає дедукція (панує дедуктивна логіка Аристотеля). У світі, створеному Богом і за його планами, немає місця об'єктивним законам, без яких не могло б формуватися природознавство. Але в цей час існують галузі знань, які готували можливість народження науки. До них відносять алхімію, астрологію, натуральну магію та ін. Багато дослідників розцінюють існування цих дисциплін як проміжну ланку між натурфілософією та технічним ремеслом, оскільки вони представляли сплав умоглядності та грубого наївного емпіризму.

Середньовічна західна культура – це специфічний феномен. З одного боку, це продовження традицій античності, свідченням тому – існування таких розумових комплексів як споглядальність, схильність до абстрактного умоглядного теоретизування, принципова відмова від досвідченого пізнання, визнання переваги універсального над унікальним. З іншого боку, розрив з античними традиціями: алхімією, астрологією, які мають «експериментальний» характер.

А на Сході в середні віки намітився прогрес у галузі математичних, фізичних, астрономічних, медичних знань. У IX ст. була перекладена арабською мовою книга «Велика математична система астрономії» Птолемея під назвою «Аль-Магісте» (велике), яка потім повернулася до Європи як «Альмагест». Переклади та коментарі «Альмагеста» слугували зразком для складання таблиць та правил розрахунку положення небесних світил. Також було перекладено і «Початки» Евкліда, і

твори Аристотеля, праці Архімеда, які сприяли розвитку математики, астрономії, фізики. Грецький вплив позначився на стилі творів арабських авторів, які характеризують систематичність викладу матеріалу, повноту, суворість формулювань і доказів, теоретичність. Разом з тим у цих працях присутня характерна для східної традиції велика кількість прикладів та завдань суто практичного змісту. У таких галузях, як арифметика, алгебра, наближені обчислення, було досягнуто рівня, який значно перевершив рівень, досягнутий олександрійськими вченими.

Интерес нам становить особистість Мухаммеда ібн Муси ал-Хорезмі (780–850), автора кількох творів з математики, які у XII ст. були перекладені латиною і чотири століття слугували в Європі навчальними посібниками. Через його «Арифметику» європейці ознайомилися з десятковою системою числення та правилами (алгоритмами – від імені ал-Хорезмі) виконання чотирьох дій над числами, записаними за цією системою. Ал-Хорезмі була написана «Книга про ал-джебр та ал-мукабала», метою якої було навчити мистецтву рішень рівнянь, необхідних у випадках успадкування, поділу майна, торгівлі, під час виміру земель, проведенні каналів тощо. «Ал-джебр» (звідси йде назва такого розділу математики, як алгебра) і «ал-мукабала» – прийоми обчислень, які були відомі Хорезмі ще з «Арифметики» пізньогрецького математика (III ст.) Діофанта. Але в Європі про прийоми алгебри дізналися тільки від ал-Хорезмі. Жодної спеціальної алгебраїчної символіки в нього навіть у зародковому стані ще немає. Запис рівнянь та прийоми їх рішень здійснюються природною мовою.

Ось ще деякі імена:

Мухаммед Аль-Баттані (850–929) – астроном, що склав нові астрономічні таблиці.

Ібн Юлас (950–1009), відомий досягненнями в галузі тригонометрії, що склав таблиці спостережень місячних та сонячних затемнень.

Ібн аль-Хайсам (965–1020), який зробив значні відкриття в галузі оптики.

Ал-Біруні (973–1048) – автор численних праць з історії, географії, філології, філософії, математики, астрономії, який створив основи вчення про питому вагу.

Абу-Алі ібн-Сіна (Авіценна) (980–1037) – філософ, математик, астроном, лікар, чий «Канон лікарської науки» здобув світову славу і представляє певний пізнавальний інтерес сьогодні.

Омар Хайям (1048–1122) – не лише великий поет, а й найвідоміший свого часу математик, астроном, механік, філософ.

Ібн Рушд (1126–1198) – філософ, дослідник природи, який досяг великих успіхів у галузі алхімії.

Ці та багато інших видатних учених арабського середньовіччя зробили вагомий внесок у розвиток медицини, зокрема очної хірургії, що наштовхнуло на думку про виготовлення з кристалю лінз для збільшення зображення. Надалі це спричинило створення оптики.

Працюючи на основі традицій, успадкованих від єгиптян та вавилонян, черпаючи деякі знання від індійців та китайців і, що найважливіше, перейнявши у греків прийоми раціонального мислення, араби застосували все це в дослідях із великою кількістю речовин. Тим самим вони впритул підійшли до створення хімії.

У XV ст. після вбивства Улугбека та розгрому Самаркандської обсерваторії починається період заходу математичних, фізичних та астрономічних знань на Сході та центр розробки проблем природознавства, математики переноситься до Західної Європи.

2.3. Зародження і розвиток класичної науки

З перших двох глобальних революцій у розвитку наукових знань, що відбувалися в XVI–XVII ст., які створили принципово нове в порівнянні з Античністю та Середньовіччям

розуміння світу, і почалася класична наука, яка ознаменувала собою генезис науки як такої, тобто особливої системи знання, своєрідного духовного феномена та соціального інституту.

Підготовчий етап Першої наукової революції посідає епоху Відродження (1448–1540). У цей час відбувається поступова зміна світоглядної орієнтації: у людині значимим стає цей світ, а автономним, універсальним і самодостатнім – індивід. У протестантизмі відбувається поділ знання та віри, обмеження сфери застосування людського розуму світом «земних речей», під яким розуміється практично орієнтоване пізнання природи.

Тому початкове «ціле» науки на відміну від філософії – це математичне природознавство й механіка. Надавши справу порятунку душі лише вірі, протестантизм цим виштовхнув розум у сфери світової практичної діяльності – ремесла, господарства, політики. Застосування розуму у практичній сфері тим більше заохочувалося, оскільки саме ця сфера, з погляду реформаторів, набуває особливо важливого значення: праця виступає тепер як свого роду мирська аскеза, оскільки чернечу аскезу протестантизм не приймає. Звідси повага до будь-якої праці – як селянської, так і ремісничої, як діяльності землекопа, так і діяльності підприємця. Цим пояснюється характерне для протестантів визнання особливої цінності технічних наукових винаходів, усіляких удосконалень, які сприяють полегшенню праці та стимулюванню матеріального виробництва. У цих умовах і виникає експериментально-математичне природознавство, яке відокремилося від філософії як особливої сфери знання («велика диференціація»).

Серед тих, хто безпосередньо готував народження науки, був **Микола Кузанський (1401–1464)**, ідеї якого вплинули на Джордано Бруно, Леонардо да Вінчі, Ніколя Коперника, Галілео Галілея, Йоганна Кеплера.

У своїх філософських поглядах на світ Микола Кузанський запроваджує методологічний принцип збігу протилеж-

ностей – єдиного та нескінченного, максимуму та мінімуму, з якого випливає теза щодо відносності будь-якої точки відліку, тих передумов, які лежать у фундаменті арифметики, геометрії, астрономії та інших знань. Звідси він робить висновок про ймовірний характер будь-якого людського знання, а не тільки того, яке ми отримуємо, спираючись на досвід, як вважали в античності. Тому він зрівнює у правах і науку, засновану на досвіді, і науку, що базується на доказах.

Значну увагу Микола Кузанський надає вимірювальним процедурам, тому інтерес представляє його спроба дати «дослідне» обґрунтування геометрії за допомогою зважування, яке сприймається як універсальний прийом. Механічні засоби виміру зрівнюються у правах з математичним доказом, що знищує раніше непереборну межу між механікою, яка розуміється як мистецтво, і математикою як наукою. Це передумови, без яких не могло б виникнути числення нескінченно малих і механіка як математична наука.

Застосовуючи принцип збігу протилежностей до астрономії, Кузанський висловив припущення, що Земля не є центром Усесвіту, а таке ж небесне тіло, як і Сонце та Місяць, що готувало переворот в астрономії, який надалі здійснив Коперник. А застосований до проблеми руху принцип збігу протилежностей дав М. Кузанському можливість висловити ідею про тотожність руху та спокою, що докорінно суперечило античному та середньовічному розумінню, яке стверджувало, що спокій та рух – якісно різні та принципово несумісні стани.

Той переворот, який здійснив в астрономії польський астроном **Микола Коперник (1473–1543)**, мав величезне значення в розвитку науки і філософії та його відділення один від одного. У рік своєї смерті він публікує працю «Про обіг небесних тіл», у якому як постулат стверджує, що всі небесні тіла є сферами, які обертаються по кругових орбітах навколо Сонця, що сидить на царському престолі й управляє всіма світилами.

У цій геліоцентричній концепції сформульовано нове світорозуміння, згідно з яким Земля – це одна з планет, що рухається круговою орбітою навколо Сонця. Здійснюючи обертання навколо Сонця, вона обертається навколо своєї осі. Здається, що рух планет належать не їм, а Землі і через її рух можна пояснити їх нерівномірності. Ідея руху як природної якості небесних і земних тіл – цінне досягнення концепції Коперника. Крім того, ним висловлено думку про те, що рух тіл підпорядкований деяким загальним закономірностям. Але він був переконаний у кінцівці світобудови і вважав, що Всесвіт десь закінчується нерухомою твердою сферою, де закріплені нерухомі зірки.

Переконання Коперника в обмеженості Всесвіту твердою сферою було спростоване датським астрономом **Тихо Браге (1546–1601)**, який зумів розрахувати орбіту комети, що проходила поблизу планети Венера. Згідно з його розрахунками, виходило, що ця комета мала натрапити на тверду поверхню сфери, якби та існувала, чого не сталося.

Джордано Бруно (1548–1600), який був більшою мірою натурфілософом, ніж математиком, фізиком або астрономом, обстоював ідею нескінченності Всесвіту, який для нього був єдиним і нерухомим. Він вважав, що Всесвіт не рухається у просторі, оскільки нічого немає поза ним, куди він міг би переміститися, тому що він є всім. Він не народжується і не знищується, не зменшується та не збільшується. Усесвіту, таким чином, приписані атрибути божества: пантеїзм тому й розглядався церквою як небезпечне вчення, що він вів до усунення трансцендентального Бога, до його іманентизації.

А оскільки Всесвіт нескінченний, то можуть бути скасовані і положення аристотелівської космогонії, зокрема: поза світом немає нічого, Космос скінченний. Відкидає Бруно і поняття абсолютного місця (абсолютного верху і абсолютного низу), тим самим запроваджуючи ідею відносності руху, таку необхідну для створення фізики. Він робить припущення, що

існує безліч світів, подібних до нашого. А це вже характеристики нового мислення.

Період з 1540 по 1650 р. характеризується торжеством дослідного (експериментального) підходу до досліджуваних явищ: відкриття кровообігу Гарвеєм (1628), установлення магнітних властивостей Землі Гільбертом (1600), прогрес техніки, відкриття та застосування телескопа та мікроскопа, затвердження ідеї геліоцентризму та принципу ідеалізації Г. Галілеєм.

Галілео Галілея (1564–1642) – італійського фізика та астронома – по праву відносять до тих, хто стояв біля витоків формування науки. Спираючись на принцип збігу протилежностей, сформульований Миколою Кузанським, він застосував його до розв’язання проблеми нескінченного та неподільного. Розв’язуючи проблему порожнечі, відому ще з античності, Галілей припустив існування «найдрібніших порожнеч» у тілах, які є джерелом сили зчеплення в них.

З Галілея починається розгляд проблеми руху, що лежить в основі класичної науки. До нього панувало уявлення про рух, сформоване ще Аристотелем, згідно з яким він відбувається, якщо існує сила, яка приводить тіло до руху; немає сили, що діє на тіло, немає і руху тіла. Крім того, щоб останнє тривало, необхідний опір, тобто в порожнечі рух неможливий, тому що в ній немає нічого, що чинило б опір.

Галілей припустив, що якщо припустити існування абсолютно горизонтальної поверхні, прибрати тертя, то рух тіла буде продовжуватися. У цьому припущенні укладено закон інерції, сформульований пізніше І. Ньютоном. Галілей був одним з перших мислителів, хто показав, що безпосередні дані досвіду не є вихідним матеріалом пізнання, що вони завжди потребують певних теоретичних передумов, іншими словами, досвід «теоретично навантажений».

Галілей виділив **два основні методи дослідження природи:**

1. Аналітичний («метод резолюцій») – прогнозування чуттєвого досвіду за допомогою засобів математики, абстрагування та ідеалізацій, завдяки чому виділяються елементи реальності, недоступні безпосередньому сприйняттю (наприклад, миттєва швидкість).

2. Синтетично-дедуктивний («метод композиції») – математична обробка даних досвіду виявляє кількісні співвідношення, на основі яких виробляються теоретичні схеми, що застосовуються для інтерпретації та пояснення явищ.

Ідеї закону інерції та застосований Галілеєм метод заклали основи класичної фізики. До його наукових здобутків відносяться: установлення того, що швидкість вільного падіння тіла не залежить від його маси, а пройдений шлях пропорційний квадрату часу падіння; створення теорії параболічного руху, теорії міцності та опору матеріалів, створення телескопа, відкриття закону коливання маятника, експериментальне встановлення того, що повітря має вагу. У світі астрономічних досліджень Галілей обґрунтував геліоцентричну систему Коперника в роботі «Діалог про дві системи світу – Птолеміївську та Коперникову», доповнивши її своїми відкриттями, що Сонце обертається навколо своєї осі, що на його поверхні є плями, виявив у Юпітера 4 супутники (зараз їх відомо 13), що Чумацький шлях складається із зірок.

Досягнення в астрономії були високо оцінені найвідомішим німецьким математиком і астрономом **Йоганном Кеплером (1571–1630)**. Займаючись пошуками законів небесної механіки з урахуванням узагальнення даних астрономічних спостережень, він установив Три закони руху планет щодо Сонця. У Першому законі, відмовившись від уявлення Коперника про круговий рух планет навколо Сонця, він стверджував, що кожна планета рухається еліпсом, в одному з фокусів якого знаходиться Сонце. З Другого закону Кеплера випливало, що радіус-вектор, проведений від Сонця до планети в рівні проміжки часу, визначає рівні площі. Це означало, що швид-

кість руху планети орбітою не постійна, вона тим більше, що ближче планета до Сонця. І згідно з Третім законом, квадрати часів обігу планет навколо Сонця відносяться як куби їхніх середніх відстаней від нього. Кеплер розробив теорію сонячних та місячних затемнень, запропонувавши способи їх проєктування, уточнив величину відстані між Землею та Сонцем.

Натураліст намагався не філософськи, а механічно пояснити небесні рухи, причиною яких вважав взаємне тяжіння тіл, розглядаючи їх за аналогією з тяжінням магніту, але природу сил тяжіння для себе Кеплер ще не прояснив. Він не приймав закону інерції в тій інтерпретації, яку ми побачимо у Декарта та Ньютона. Для нього інерція тіла полягає у його прагненні до спокою, у опорі руху – розуміння, властиве античності та середньовіччю. Саме тому Кеплер, як і Аристотель, вважав, що для приведення тіла до руху потрібен двигун.

Неминуча заслуга **Френсиса Бекона (1561–1626)** – англійського філософа-матеріаліста і одного із засновників науки – полягала у тому, що він одним з перших помітив активний процес «великої диференціації», що почався у XVI–XVII ст. Інакше кажучи, він вловив, що єдине раніше знання (чи назвати його так, чи філософією, але це було єдине духовне формоутворення), – за сучасною термінологією «переднаука» – через економічні, політичні та інші причини починає об'єктивно розчленовуватися, роздвоюватися на два великих (хоч і тісно пов'язаних) «ствола» – власне філософію та науку, тобто на дві самостійні та специфічні сфери. Тому терміни «філософія» та «наука» у нього далеко не синоніми.

Нітрохи не применшуючи ролі філософії, Ф. Бекон робить «Велике відновлення наук» і фіксує виникнення науки як «триєдиного цілого» (система спеціалізованого знання та його постійного відтворення та оновлення, соціальний інститут та форма духовного виробництва).

Своєю творчістю **Рене Декарт (1596–1650)**, французький філософ і математик, покликаний був розчистити ґрунт для

будівництва нової раціональної культури та науки. Для цього був потрібен новий раціоналістичний метод, міцним та непорушним підґрунтям якого має бути людський розум.

У протяжній субстанції, чи природі, вважає Декарт, ми можемо розуміти чітко й виразно лише її величину (що тотожно з протяжністю), фігуру, розташування частин, рух. Останнє розуміється лише як переміщення, ні кількісні, ні якісні зміни щодо нього не ставляться.

Наукою, що вивчає величину, фігури, є геометрія, яка стає універсальним інструментом пізнання. І перед Декартом стоїть завдання – перетворити геометрію так, щоб за її допомогою можна було б вивчати й рух. Тоді вона стане універсальною наукою, тотожною методу. І створивши систему координат, увівши уявлення про одночасну зміну двох величин, з яких одна є функція (до речі, терміна «функція» до його термінології не було) іншої, Декарт вніс у математику принцип руху. Тепер математика стає формально-раціональним методом, за допомогою якого можна «рахувати» числа, зірки, звуки тощо, будь-яку реальність, устанавлюючи в ній міру та порядок за допомогою нашого розуму.

Французький мислитель ототожнює простір (довжину) з матерією (природою), розуміючи останню як безперервну, поділену до нескінченності. Тому й космос у нього безмежний. Але ідею Дж. Бруно про множинність світів Декарт не поділяє.

Філософ розуміє рух як відносний, рух і спокій рівнозначні: тіло може бути рухомим щодо одних тіл, тоді як щодо інших залишатиметься тим, хто спочиває. На цій підставі він формулює принцип інерції: тіло, коли почало рухатися, продовжує цей рух і ніколи само собою не зупиняється.

Гарантом і для закону інерції (Першого закону природи) і для Другого закону, який стверджує, що всяке тіло прагне продовжувати свій рух прямою, згідно з Декартом, виступає Бог-Творець. Третій закон визначає принцип руху тіл, що сти-

каються. Перший і Другий закони визнавалися у фізиці Нового часу, Третій був різко критикований.

Згідно з Декартом, завдання науки – вивести пояснення всіх явищ природи з отриманих початків, у яких не можна сумніватися, але встановлюються ці початки філософією. Тому йому часто дорікають апіорний характер наукових положень.

Декарт зазначає, що уявлення про світ, який дає наука, відрізняється від реального природного світу, тому наукові знання є гіпотетичними. Визнання ймовірнісного їх характеру деякі дослідники вбачають у небажанні Декарта викликати в себе підозру в підриві релігійної віри.

Ніде в попередньому знанні не існувало розуміння природи як складної системи механізмів, усемогутній Творець ніколи не виступав в образі Бога-Механіка, тому Декарту важливо показати, що Бог володіє нескінченним арсеналом засобів для побудови машини світу, і хоча людині не дано збагнути, які саме із засобів використовував Бог, будуючи світ, людина, створюючи науку, конструює світ так, щоб між ним і реальним світом була подібність. Саме тому запропонований у науці варіант пояснення світу носить гіпотетичний характер, але не втрачає своєї пояснювальної сили.

Сильне враження на сучасників справила теорія вихорів (космогонічна гіпотеза) Декарта: світовий простір заповнений особливою легкою, рухливою речовиною, здатною утворювати гігантські вихори. Хоча космогонічна гіпотеза Декарта була відкинута, але залишилися безсмертними його досягнення в галузі математики: запровадження системи координат, алгебраїчних позначень, поняття змінної, створення аналітичної геометрії. Важлива була також ідея розвитку, що міститься в теорії вихорів, та ідея розподілу «корпускул» до нескінченності, що згодом було підтверджено атомною фізикою.

Наукову програму, яку створив **Ісаак Ньютон (1643–1727)**, англійський фізик, він назвав «експериментальною філософією».

Відповідно до неї дослідження природи має спиратися на досвід, який потім узагальнюється за допомогою «методу принципів», сенс якого полягає в наступному: провівши спостереження, експерименти за допомогою індукції вичленувати в чистому вигляді зв'язки явищ зовнішнього світу, виявити фундаментальні закономірності, принципи, які управляють досліджуваними процесами, здійснити їхню математичну обробку і на основі цього побудувати цілісну теоретичну систему шляхом дедуктивного розгортання фундаментальних принципів.

Ньютон створив основи класичної механіки як цілісної системи знань про механічний рух тіл, сформулював три її основні закони, дав математичне формулювання закону всесвітнього тяжіння, обґрунтував теорію руху небесних тіл, визначив поняття сили, створив диференційне та інтегральне обчислення, учення про поєднання корпускулярних та хвильових уявлень про природу світла. Механіка Ньютона стала класичним взірцем дедуктивної наукової теорії.

Так само як і Ньютон, німецький учений **Готфрід Вільгельм Лейбніц (1646–1716)** був переконаний, що все у світі, що існує, має бути пояснене за допомогою виключно механічних початків. Природа – це досконалий механізм, і все – від неорганічного до живих організмів – створено геніальним механіком – Богом. І пізнаватись цей механізм може за допомогою механічних причин та законів.

Зазначимо основні наукові досягнення Лейбніца (усупереч його механістичному матеріалізму спочатку, та згодом об'єктивному ідеалізму):

1. Відкрив (одночасно з Ньютоном) диференціальне та інтегральне обчислення, що започаткувало нову еру в математиці.

2. Став родоначальником математичної логіки та одним із творців рахунково-вирішальних пристроїв. У зв'язку з цим засновник кібернетики Н. Вінер назвав його своїм попередником та натхненником.

3. У питаннях фізики та механіки підкреслював важливу роль спостережень та експериментів, був одним з перших учених, які передбачили закон збереження та перетворення енергії.

4. У трактаті «Протагея» одним з перших намагався науково тлумачити питання походження та еволюції Землі.

5. Винайшов спеціальні насоси для відкачування підземних вод та створив інші оригінальні технічні нововведення.

6. Звернув увагу на теорію ігор.

7. Указав на взаємозв'язки, розвиток та «тонкі опосередкування» між рослинним, тваринним та людським «царствами».

8. Ратував за широке застосування наукових знань на практиці.

У Новий час склалася механічна картина світу, яка стверджує: увесь Усесвіт – це сукупність великої кількості незмінних і неподільних частинок, що переміщуються в абсолютному просторі та часі, пов'язаних силами тяжіння, підпорядкованих законам класичної механіки; природа виступає в ролі простої машини, частини якої жорстко детерміновані; усі процеси в ній зведені до механічних.

Механічна картина світу зіграла багато в чому позитивну роль, давши природниче розуміння багатьох явищ природи. Таких уявлень дотримувалися майже всі видатні мислителі XVII ст. – Галілей, Ньютон, Лейбніц, Декарт. Для їхньої творчості характерна побудова цілісної картини світобудови. Ученими не просто ставилися окремі досліді, вони створювали натурфілософські системи, у яких співвідносили отримані дослідним шляхом знання з існуючою картиною світу, вносячи до останньої необхідні зміни. Без звернення до фундаментальних наукових основ вважалося неможливим дати повне пояснення приватним фізичним явищам. Саме з цих позицій починало формуватися теоретичне природознавство, і насамперед – фізика.

В основі механістичної картини світу лежить метафізичний підхід до явищ природи, що вивчаються, як не пов'язаних

між собою, незмінних і таких, що не розвиваються. Яскравим прикладом використання його є класифікація тваринного світу, викладена відомим шведським ученим-натуралістом **Карлом Ліннеєм (1707–1778)** у роботі «Система природи». Перевагою її є бінарна система позначення рослин та тварин (де перше слово позначає рід, а друге – вид), яка дійшла до теперішнього часу. Розташувавши рослини та тварин у порядку ускладнення їх будови, учений проте не побачив мінливості видів, вважаючи їх незмінними, створеними Богом.

Успішний розвиток класичної механіки привів до того, що серед учених виникло прагнення пояснити на основі її законів усі явища та процеси дійсності. Наприкінці XVIII ст. – у першій половині XIX ст. намічається тенденція використання наукових знань у виробництві, причиною чого був розвиток машинної промисловості, який прийшов на зміну мануфактурному виробництву, що викликало розвиток технічних наук.

Класичним прикладом перших науково-технічних знань слугує сконструйований Х. Гюйгенсом механічний годинник, що втілює теорію коливань маятника у створене технічне рішення. Виниклі на межі природознавства й виробництва технічні науки виявляють свої специфічні риси, що відрізняють їх від природничого знання.

Починаючи зі створення німецьким мислителем **Іммануїлом Кантом (1724–1804)** роботи «Загальна природна історія та теорія піднебіння» у природознавство проникають діалектичні ідеї. Згідно з гіпотезою, викладеною в цій роботі, Сонце, планети та їх супутники виникли з деякої первісної безформної туманної маси, яка заповнювала світовий простір. Під дією тяжіння з частинок утворювалися окремі згущення, які ставали центрами тяжіння, з одного такого центру утворилося Сонце, навколо якого, рухаючись по колу, розташувалися частинки кругових туманностей. Вони стали утворювати зародки планет, які почали обертатися навколо своєї осі. Унаслідок тертя частинок, з яких вони утворилися, Сонце та планети спочатку розігрілися, а потім почали застигати.

Майже через 40 років після Канта французький математик та астроном **П. Лаплас (1749–1847)** висунув ідеї, які доповнили та розвинули кантівську гіпотезу, і в узагальненому вигляді ця космогонічна гіпотеза Канта-Лапласа проіснувала майже 100 років.

У XIX ст. діалектичні ідеї проникають у геологію та біологію. На зміну **теорії катастрофізму**, запропонованої французьким натуралістом Ж. Кюв'є (1768–1832), прийшла **ідея геологічного еволюціонізму** англійського натураліста Ч. Лайеля (1797–1875). У теорії катастрофізму утверджувалося, що окремі періоди історії Землі закінчуються світовими катастрофами, у яких старі види рослин та тварин гинуть і на зміну їм народжуються нові, які раніше не існували. Лайель довів, що для пояснення змін, які відбулися протягом геологічної історії, немає необхідності вдаватися до уявлень про катастрофи, а досить допустити тривалий термін існування Землі.

У галузі біології еволюційні ідеї висловлював французький дослідник природи **Ж. Б. Ламарк (1744–1829)** у «Філософії зоології» і **Ч. Дарвін (1809–1882)**, що створив знамениту роботу «Походження видів шляхом природного відбору, або збереження порід у боротьбі за життя» (1859). Відповідно до теорії Дарвіна, види тварин, рослин з їхньою доцільною організацією виникли в результаті відбору та накопичення якостей, корисних для організмів у їх боротьбі за існування в даних умовах. **Г. Менделем (1822–1884)** у роботі «Досліди над рослинними гібридами», яка об'єднала біологічний та математичний аналіз, було дано досить адекватне пояснення мінливості та спадковості властивостей організмів, що започаткувало генетику. Їм було виділено найважливішу властивість генів – дискретність, сформульовано принцип незалежності комбінування генів під час схрещування. Але до 1900 р. робота Менделя залишалася невідомою науковій громадськості.

У 30-х р. XIX ст. ботаніком **М.Я. Шлейденом (1804–1881)** та біологом **Т. Шванном (1810–1882)** була створена клітинна теорія будови рослин та живих організмів.

Упритул підходить до відкриття закону збереження та перетворення енергії німецький лікар **Ю.Р. Майєр (1814–1878)**, який показав, що хімічна, теплова та механічна енергії можуть перетворюватися одна на одну і є рівноцінними. Англійський дослідник **Дж. Джоуль (1818–1889)** експериментально продемонстрував, що під час витрати механічної сили виходить еквівалентна кількість теплоти. Данський інженер **Л. Кольдінг (1815–1888)** дослідним шляхом установив відношення між роботою та теплотою, фізик **Г. Гельмгольц (1821–1894)** довів на основі цього закону неможливість вічного двигуна.

Серед відкриттів у хімії найважливіше місце посідає відкриття періодичного закону хімічних елементів видатним ученим хіміком **Д. Менделєєвим (1834–1907)**.

Еволюційні ідеї, що відбулися в біології, геології підривали механічну картину світу. Цьому сприяли дослідження в галузі фізики: відкриття **Ш. Кулоном (1736–1806)** закону тяжіння електричних зарядів із протилежними знаками, введення англійським хіміком і фізиком **М. Фарадеєм (1791–1867)** поняття електромагнітного поля, створення англійським ученим **Дж. Максвеллом (1831–1879)** математичної теорії електромагнітного поля. Це спричинило створення електромагнітної картини світу.

У цей період починають розвиватися і соціально-гуманітарні науки. Так, **К. Марксом (1818–1883)** створюється економічна теорія, на основі якої дещо пізніше **Г. Зіммель (1858–1918)** формулює філософію грошей, викладену в однойменній роботі.

Виникнення соціально-гуманітарних наук завершило формування науки як системи дисциплін, що охоплюють усі основні сфери світобудови: природу, суспільство і людський дух. Наука набула звичних для нас рис універсальності, спеціалізації та міждисциплінарних зв'язків. Подальший розвиток науки вносить суттєві відхилення від її класичних канонів.

2.4. Некласична наука

Наприкінці XIX – на початку XX ст. вважалося, що наукова картина світу практично побудована, і якщо має бути якась робота дослідникам, то це уточнення деяких деталей. Але раптом була здійснена ціла низка відкриттів, які ніяк не вписувалися в неї.

У 1896 р. французький фізик **А. Беккерель (1852–1908)** відкрив явище мимовільного випромінювання уранової солі, природа якого не була зрозуміла. У пошуках елементів, що випускають подібні «беккерелеві промені», **П'єр Кюрі (1859–1906)** та **Марія Склодовська-Кюрі (1867–1934)** у 1898 р. відкривають полоній та радій, а саме явище називають радіоактивністю. У 1897 р. англійський фізик **Дж. Томсон (1856–1940)** відкриває складову частину атома – електрон, створює першу, але дуже недовго проіснувавшу модель атома. У 1900 р. німецький фізик **М. Планк (1858–1947)** запропонував новий (який зовсім не відповідає класичним уявленням) підхід: розглядати енергію електромагнітного випромінювання як величину дискретну, яка може передаватися лише окремими, хоч і дуже невеликими, порціями – **квантами**. На основі цього геніального припущення вчений не тільки отримав рівняння теплового випромінювання, але воно лягло в основу квантової теорії.

Англійський фізик **Е. Резерфорд (1871–1937)** експериментально встановлює, що атоми мають ядро, у якому зосереджена вся їхня маса, а в 1911 р. створює планетарну модель будови атома, згідно з якою електрони рухаються навколо нерухомого ядра і відповідно до законів класичної електродинаміки безперервно випромінюють електромагнітну енергію. Але йому не вдається пояснити, чому електрони, рухаючись навколо ядра по кільцевих орбітах і безперервно зазнаючи прискорення, отже, випромінюючи весь час кінетичну енергію, не наближаються до ядра і не падають на його поверхню.

Датський фізик **Нільс Бор (1885–1962)**, виходячи з моделі Резерфорда і модифікуючи її, увівши постулати (*постулати*

Бора), які стверджують, що в атомах є стаціонарні орбіти, під час руху якими електрони не випромінюють енергії, її випромінювання відбувається тільки в тих випадках, коли електрони переходять з однієї стаціонарної орбіти на іншу, до того ж відбувається зміна енергії атома, створив квантову модель атома. Вона одержала назву моделі Резерфорда-Бора. То була остання наочна модель атома.

У 1924 р. французький фізик **Луї де Бройль (1892–1987)** висунув ідею про двоїсту, корпускулярно-хвильову природу як електромагнітного випромінювання, так і інших мікрочастинок. У 1925 р. швейцарський фізик-теоретик **В. Паулі (1900–1958)** сформулював принцип заборони: ні в атомі, ні в молекулі не може бути двох електронів, що знаходяться в однаковому стані.

У 1926 р. австрійський фізик-теоретик **Е. Шредінгер (1887–1961)** вивів основне рівняння хвильової механіки, а в 1927 р. німецький фізик **В. Гейзенберг (1901–1976)** – принцип невизначеності, який стверджував: значення координат та імпульсів мікрочастинок не можуть бути названі одночасно і з високим ступенем точності.

У 1929 р. англійський фізик **П. Дірак (1902–1984)** заклав основи квантової електродинаміки та квантової теорії гравітації, розробив релятивістську теорію руху електрона, на основі якої передбачив (1931) існування позитрона – першої античастинки. Античастинками назвали частинки, подібні до свого двійника, які відрізняються від нього електричним зарядом, магнітним моментом та ін. У 1932 р. американський фізик **К. Андерсон (1905–1991)** відкрив позитрон у космічних променях.

У 1934 р. французькі фізики **Ірен (1897–1956)** та **Фредерік Жоліо-Кюрі (1900–1958)** відкрили штучну радіоактивність, а в 1932 р. англійський фізик **Дж. Чедвік (1891–1974)** – нейтрон. Створення прискорювачів заряджених частинок сприяло розвитку ядерної фізики, що виявило неелементар-

ність елементарних частинок. Але дійсно революційний переворот у фізичній картині світу зробив видатний фізик-теоретик **А. Ейнштейн (1879–1955)**, який створив спеціальну (1905) та загальну (1916) теорію відносності.

Як ми пам'ятаємо з попереднього розділу, у механіці Ньютона є дві абсолютні величини – простір і час. Простір незмінний і не пов'язаний з матерією. Час – абсолютний і не пов'язаний ні з простором, ні з матерією. Ейнштейн відкидає ці положення, вважаючи, що простір та час органічно пов'язані з матерією та між собою. Тим самим завданням теорії відносності стає визначення законів чотиривимірному простору, де четверта координата – час. Ейнштейн, приступаючи до розробки своєї теорії, взяв як вихідні два положення: швидкість світла у вакуумі незмінна і однакова у всіх системах, що рухаються прямолінійно і рівномірно один щодо одного, і для всіх інерційних систем усі закони природи однакові, а поняття абсолютної швидкості втрачає значення, оскільки немає можливості її виявити.

Крім того, він побудував математичну теорію броунівського руху, розробив квантову концепцію світла, а за відкриття фотоефекту в 1921 р. йому було присуджено Нобелівську премію, дав фізичне тлумачення геометрії **М.М. Лобачевського (1792–1856)**.

Говорячи про відкриття спеціальної теорії відносності, не можна не згадати нідерландського фізика **А. Лоренца (1853–1928)**, який у 1892 р. вивів рівняння (що отримало назву «перетворення Лоренца»), яке дає можливість установити, що під час переходу від однієї інерційної системи до іншої можуть змінюватися значення часу й розміри тіла, яке рухається в напрямку швидкості руху. А найбільший французький математик та фізик **Анрі Пуанкаре (1854–1912)**, який і ввів назву «перетворення Лоренца», першим почав користуватися терміном «принцип відносності», незалежно від Ейнштейна розвинув математичну сторону цього принципу і практично

одночасно з ним показав нерозривний зв'язок між енергією та масою.

Якщо у класичній науці універсальним способом завдання об'єктів теорії були операції абстракції та безпосередньої генералізації готівкового емпіричного матеріалу, то у неklasичній науці введення об'єктів здійснюється на шляху математизації, яка виступає основним індикатором ідей у науці, що приводять до створення нових її розділів та теорій. Математизація веде до підвищення рівня абстракції теоретичного знання, що спричиняє втрату наочності.

Перехід від класичної науки до неklasичної характеризує та революційна ситуація, яка полягає у входженні суб'єкта пізнання в «тіло» знання як його необхідний компонент. Змінюється розуміння предмета знання: ним стала тепер не реальність «у чистому вигляді», як і фіксується живим спогляданням, а деякий її зріз, заданий через призму прийнятих теоретичних і операційних засобів та її освоєння суб'єктом. Оскільки про багато характеристик об'єкта неможливо говорити без урахування засобів їх виявлення, остільки породжується специфічний об'єкт науки, за межами якого немає сенсу шукати справжній його прототип. Виявлення відносності об'єкта до науково-дослідницької діяльності спричинило те, що наука стала орієнтуватися не на вивчення речей як постійних, а на вивчення тих умов, потрапляючи в які, речі поводяться тим чи іншим чином.

Оскільки дослідник фіксує лише конкретні результати взаємодії об'єкта з приладом, це породжує певний «розкид» у кінцевих результатах дослідження. Звідси випливає правомірність та рівноправність різних видів опису об'єкта, побудова його теоретичних конструктів.

Науковий факт перестав бути перевіряємим. Тепер він реалізується в пакеті з іншими внутрішньотеоретичними способами апробації знань: принципом відповідності, виявленням внутрішньої та когерентної досконалості теорії. Факт

свідчить, що **теоретичне припущення є виправданим для певних умов і може бути реалізовано в деяких ситуаціях**. Принцип експериментальної перевірки наділяється рисами фундаментальності, тобто має місце не «інтуїтивна очевидність», а «доречна адаптованість».

Концепція монофакторного експерименту замінилася на поліфакторну: відмова від ізоляції предмета від навколишнього впливу нібито для «чистоти розгляду», визнання залежності визначеності властивостей предмета від динамічності та комплексності його функціонування в пізнавальній ситуації, динамізація уявлень про сутність об'єкта – перехід від дослідження рівноважних структурних організацій до аналізу нерівноважних, нестаціонарних структур, що ведуть себе як відкриті системи. Це орієнтує дослідника на вивчення об'єкта як осередка комплексних зворотних зв'язків, що виникають як результат дій різних агентів і контрагентів.

На основі досягнень фізики розвивається хімія, особливо в галузі будови речовини. Розвиток квантової механіки дозволив установити природу хімічного зв'язку, під останньою розуміється взаємодія атомів, що зумовлює їх з'єднання в молекули та кристали. Створюються такі хімічні дисципліни як фізикохімія, стереохімія, хімія комплексних сполук, розпочинається розробка методів органічного синтезу.

У галузі біології російським фізіологом рослин та мікробіологом **Д.І. Івановським (1864–1920)** було відкрито вірус і покладено початок вірусології. Розвивається генетика, в основі якої лежать закони Менделя і хромосомна теорія спадковості американського біолога **Т. Ханта (1866–1945)**. Хромосоми – структурні елементи ядра клітини, що містять дезоксирибонуклеїнову кислоту (ДНК), яка є носієм спадкової інформації організму. Під час розподілу ДНК точно відтворюється, забезпечуючи передачу спадкових ознак покоління до покоління. Американський біохімік Дж. Уотсон та англійський біофізик Ф. Крик у 1953 р. створили модель структури

ДНК, що започаткувало молекулярну генетику. Датським біологом **В. Йогансоном (1857–1927)** було введено поняття «ген» – одиниця спадкового матеріалу, що відповідає за передачу деякої успадкованої ознаки.

Найважливішою подією розвитку генетики було відкриття мутацій – змін, що раптово виникають у спадковій системі організмів. Хоча явище мутацій було відомо вже давно: у 1925 р. радянський мікробіолог **Г.А. Натсон (1867–1940)** установив дію радіовипромінювання на спадкову мінливість у грибів, у 1927 р. американський генетик **Г. Меллер (1890–1967)** виявив дію рентгенівських променів на дріждії. Систематичне вивчення мутацій було здійснене голландським ученим **Хуго де Фрізом (1842–1935)**, який установив, що індуковані мутації можуть виникати внаслідок радіоактивного опромінення організмів або під впливом деяких хімічних речовин.

Унаслідок розвитку генетики в цей період було з'ясовано, що мінливість рослинного чи тваринного організму може бути досягнута двома способами: або безпосереднім впливом довкілля без зміни спадкового апарату організму, або стимулюванням мутацій, які призводять до змін спадкового апарату (генів, хромосом).

Не менш значні досягнення були відзначені у сфері астрономії. Нагадаємо, що під Усесвітом (Метагалактикою) розуміється доступна спостереженню та дослідженню частина світу. Тут існують великі скупчення (100–200 млрд) зірок – Галактики, в одну з яких – Чумацький Шлях – входить Сонячна система. Наша Галактика складається зі 150 млрд зірок (плазмових куль), серед яких Сонце, галактичні туманності, космічні промені, магнітні поля, випромінювання. Сонячна система знаходиться далеко від ядра Галактики, на її периферії, на відстані близько 30 світлових років. Вік Сонячної системи близько 5 млрд років. На підставі «ефекту Доплера» (австрійського фізика та астронома) було встановлено, що Всесвіт розширюється з дуже високою швидкістю.

У 1922 р. радянський математик і геофізик **А.А. Фрідман (1888–1925)** знайшов рішення рівнянь загальної теорії відносності для замкнутого нестационарного Всесвіту, що розширюється, яке стало математичним фундаментом більшості сучасних космогонічних теорій.

Астрономи й астрофізики дійшли висновку, що Всесвіт перебуває у стані безперервної еволюції. Зірки, що утворюються з газово-пилового міжзоряного середовища (головним чином, з водню та гелію), під дією сил гравітації розрізняються за «віком». Причому утворення нових зірок відбувається і зараз.

Стискаючись під впливом гравітаційних сил, зірка нагрівається, усередині неї зростає тиск. Під час досягнення певної критичної температури починається термоядерна реакція, що супроводжується виділенням величезної кількості тепла. На наступній стадії під дією гравітаційних сил настає момент рівноваги. У цьому стані зірка може бути досить довго. Так, наприклад, Сонце перебуватиме в цьому стані 13 млрд років, близько 5 з них уже минуло. Але потім настає момент, коли водень, що знаходиться в центрі зірки, де відбувається термоядерна реакція, буде витрачений. Температура всередині зірки буде зменшуватися, знижуватиметься тиск і вичерпаються можливості чинити опір гравітації. Ядро зірки, що складається тепер тільки з гелію, починає стискатися, утворюючи щільну, гарячу область. Тепер термоядерна реакція протікатиме на периферії зірки, де ще зберігся водень. У цей час розмір зірки та її світність збільшуються. У результаті вона перетворюється на **червоного гіганта**. Температура гелієвого ядра зростає, і починається нова ядерна реакція перетворення гелію на вуглець.

Залежно від співвідношення маси зірки від маси Сонця після всього цього циклу вона перетворюється або на **білого карлика** – заключний етап еволюції зірок, або настає гравітаційний колапс – спалах наднової зірки, або утворюється **чорна діра** – сфера, з якої не можуть вийти ні частки, ні якесь випромінювання з огляду на те, що дуже велике поле тяжіння всередині неї.

У 1963 р. відкриті **квазари** – астрономічні тіла, що знаходяться за межами Галактики. У 1965 р. американські астрономи А. Пензіас та Р. Вільсон виявили фонове радіовипромінювання. Як влучно назвав його відомий астроном і астрофізик **І.С. Шкловський (1916–1985)** – **реліктове випромінювання**, яке не виникає у Всесвіті в даний час. Розширення Всесвіту та реліктове випромінювання є цілком переконливими доказами на користь стандартної моделі походження Всесвіту, або теорії «великого вибуху». У 1967 р. було відкрито **пульсари** – космічні тіла, які є джерелами радіовипромінювання.

У 1903 р. російським ученим **К.Е. Ціолковським (1857–1935)** у роботі «Дослідження світових просторів реактивними приладами» було закладено початки теорії космічних польотів. У ній сформульовані основні принципи балістики ракет, запропоновано схему рідинного реактивного двигуна, а також принцип конструювання ракет – ідеї, які пізніше були затребувані і творчо освоєні послідовниками Ціолковського. Створюється наука, орієнтована на вивчення та освоєння космічного простору – **космонавтика**. Ознаменувався цей період розвитку науки створенням **кібернетики** – науки про управління, зв'язок та переробку інформації, теорії систем. Інтенсивний розвиток промислового виробництва, космічних досліджень стимулює подальше вдосконалення технічних наук.

Характерне для класичного етапу прагнення абсолютизації методів природознавства, що виразилося у спробах застосування їх у соціально-гуманітарному пізнанні, дедалі більше виявляло свою обмеженість та однобічність. Намітилася тенденція формування нової дослідницької парадигми, в основі якої лежить уявлення про особливий статус соціально-гуманітарних наук.

Як реакція на кризу механістичного природознавства та як опозиція класичному раціоналізму наприкінці XIX ст. виникає напрямок, представлений В. Дільтеєм, Ф. Ніцше, Г. Зіммелем, А. Бергсоном, О. Шпенглером та ін., – «**філосо-**

фія життя». Тут життя сприймається як первинна реальність, цілісний органічний процес, для пізнання якої неприйнятні методи наукового пізнання, а можливі лише позараціональні методи – інтуїція, розуміння, уживання, відчуття та ін.

Представники баденської школи неокантіанства **В. Віндельбанд (1848–1915)** та **Г. Ріккерт (1863–1936)** вважали, що «науки про дух» та природничі науки насамперед розрізняються за методом. Перші (ідіографічні науки) описують неповторні, індивідуальні події, процеси, ситуації; другі (номотетичні), абстрагуючись від несуттєвого, індивідуального, виявляють загальне, регулярне, закономірне в явищах, що вивчаються.

Німецький соціолог, історик, економіст **Макс Вебер (1864–1920)**, що відчув на собі сильний вплив В. Віндельбанда і Г. Ріккерта, не поділяє різко природні та соціальні науки, а підкреслює їх єдність і деякі спільні риси. Істотна серед них та, що вони вимагають «ясних понять», знання законів та принципів мислення, у край необхідних у будь-яких науках. Соціологія взагалі для нього наука «номотетична», вона будує свою систему понять з тих самих підстав, що і природні науки – задля встановлення загальних законів соціального життя, але з урахуванням її своєрідності.

Предметом соціального пізнання для Вебера є «культурно-значуща індивідуальна реальність». Соціальні науки прагнуть зрозуміти її генетично, конкретно-історично, не лише яка вона сьогодні, а чому вона склалася такою, а не іншою. У цих науках виявляються закономірно повторювані причинні зв'язки, але з акцентом на індивідуальне, одиничне, культурно значуще. У них переважає якісний аспект дослідження над кількісним, установлюються ймовірнісні закони, з яких пояснюються індивідуальні події. Мета соціальних наук – пізнання життєвих явищ у їх культурному значенні. Система цінностей ученого має регулятивний характер, визначаючи вибір ним предмета дослідження, методів, способів утворення понять.

Вебер віддає перевагу причинного пояснення порівняно із законом. Для нього знання законів не мета, а засіб дослідження, який полегшує зведення культурних явищ до їх конкретних причин, тому закони застосовні настільки, наскільки вони сприяють пізнанню індивідуальних зв'язків. Особливе значення для нього має розуміння як своєрідний спосіб досягнення соціальних явищ і процесів. Розуміння відрізняється від пояснення в науках, основним змістом якого є підведення одиничного під загальне. Але результат розуміння не є остаточним результатом дослідження, це лише високого ступеня ймовірності гіпотеза, яка для того, щоб стати науковим положенням, має бути верифікована об'єктивними науковими методами.

Як своєрідний інструмент пізнання і як критерій зрілості науки Вебер розглядає оволодіння ідеальним типом. Ідеальний тип – це раціональна теоретична схема, яка виводиться з емпіричної реальності безпосередньо, а подумки конструюється, щоб полегшити пояснення соціальних явищ. Вебер розмежовує соціологічний та історичний ідеальні типи. За допомогою перших учених «шукає загальні правила подій», за допомогою других – прагне каузального аналізу індивідуальних, важливих у культурному відношенні дій, намагається знайти генетичні зв'язки. Вебер виступає за сувору об'єктивність у соціальному пізнанні, оскільки вносити особисті мотиви в дослідження суперечить сутності науки. У цьому можна розкрити суперечність: з одного боку, за Вебером, учений, політик неспроможний не враховувати свої суб'єктивні інтереси та уподобання, з іншого боку, їх треба повністю відкидати для чистоти дослідження.

Починаючи з Вебера, намічається тенденція на **зближення природничих і гуманітарних наук, що є характерною рисою постнекласичного розвитку науки.**

Тема 3. СТАНОВЛЕННЯ НЕЛІНІЙНОЇ НАУКИ ТА ПОСТНЕКЛАСИЧНОГО ТИПУ НАУКОВОЇ РАЦІОНАЛЬНОСТІ

3.1. Головні характеристики сучасної, постнекласичної науки

1. Значне поширення ідей та методів синергетики – теорії самоорганізації та розвитку систем будь-якої природи. Стає дедалі міцнішим уявлення про світ не тільки як про цілісність, що саморозвивається, але і про цілісність, що нестабільна, нестійка, нерівноважна, хаосогенна, невизначена. Ці фундаментальні характеристики світобудови сьогодні виступають на перший план, що, звісно, не виключає присутності в ній і інших характеристик.

2. Зміцнення парадигми цілісності, тобто усвідомлення необхідності глобального всебічного погляду на світ.

Сьогодні стало очевидним, що прийняття діалектики цілісності, включеності людини до системи – одне з найбільших наукових досягнень сучасного природознавства та цивілізації загалом. У чому виявляється парадигма цілісності?

А. У цілісності суспільства, біосфери, ноосфери, світобудови тощо. Один із проявів цілісності полягає в тому, що людина знаходиться не поза досліджуваним об'єктом, а всередині нього. Вона завжди лише частина, яка пізнає ціле.

Б. У формуванні нового – «органічного» – бачення (розуміння) природи. Остання дедалі частіше розглядається не як конгломерат ізольованих об'єктів і навіть не як механічна система, а як цілісний живий організм, зміни якого можуть відбуватися в певних межах. Порушення цих меж призводить до зміни системи, її переходу в якісно інший стан, що може викликати незворотне руйнування цілісності системи. Тут уже центральне місце посідає принцип органічної цілісності стосовно і всієї природи, і до її різних підсистем. Організм, вид, біоценоз, біогеоценоз – основні форми організації життя, рівні (стадії) її організації.

В. Для початку ХХІ ст. характерною є закономірність, яка полягає у тому, що **природні науки об'єднуються, також посилюється зближення природничих та гуманітарних наук, науки та мистецтва.**

Ідеї та принципи, які набувають розвитку в сучасному природознавстві (особливо в синергетиці), усе ширше впроваджуються в гуманітарні науки, але має місце і зворотний процес. Освоєння наукою «людинорозмірних» систем, що саморозвиваються, стирає колишні непрохідні межі між методологією природознавства та соціального пізнання. У зв'язку з цим спостерігається тенденція до конвергенції двох культур — науково-технічної та гуманітарно-художньої, науки та мистецтва. Причому саме людина є центром цього процесу.

Г. У виході окремих наук за межі, поставлені класичною культурою Заходу. Усе частіше вчені звертаються до традицій східного мислення та його методів.

3. Зміцнення і дедалі більше застосування ідеї (принципу) коеволюції, тобто пов'язаної, взаємозумовленої зміни систем чи елементів усередині цілого.

Будучи біологічним за походженням, пов'язаним із вивченням спільної еволюції різних біологічних об'єктів та рівнів їх організації, поняття коеволюції охоплює сьогодні узагальнену картину всіх мислимих еволюційних процесів, це і є **глобальний еволюціонізм.**

Становлення еволюційних ідей має досить тривалу історію. Уже у ХІХ ст. вони знайшли застосування в геології, біології та інших галузях знання, але сприймалися швидше як виняток стосовно світу загалом. До нашого часу принцип еволюції не був домінуючим у природознавстві. Багато в чому це було пов'язано з тим, що тривалий час лідируючою науковою дисципліною була фізика, яка протягом більшої частини своєї історії явно не включала до своїх фундаментальних постулатів принцип розвитку.

Характерною особливістю постнекласичної науки є прагнення побудувати загальнонаукову картину світу на основі

принципів універсального (глобального) еволюціонізму, які об'єднують в єдине ціле ідеї системного та еволюційного підходів.

4. Упровадження часу у всі науки, дедалі більше поширення ідеї розвитку («історизація», «діалектизація» науки).

В останні роки особливо активно та плідно ідею «конструктивної ролі часу», його «входження» у всі галузі та сфери спеціально-наукового пізнання розвивав І. Пригожин.

Однією з основних його ідей є «наведення мосту між буттям і становленням», «новий синтез» цих двох найважливіших «вимірювань» дійсності, двох взаємопов'язаних аспектів реальності, проте в разі вирішальної ролі часу (становлення). І. Пригожин вважає, що ми вступаємо в нову еру в історії часу (яке «проникло всюди»), коли буття та становлення можуть бути об'єднані – за пріоритету останнього.

5. Зміна характеру об'єкта дослідження та посилення ролі міждисциплінарних комплексних підходів у його вивченні.

У сучасній методологічній літературі все більше схилиються до висновку про те, що якщо об'єктом класичної науки були прості системи, а об'єктом некласичної науки – складні системи, то в даний час увагу вчених усе більше привертають системи, які історично розвиваються, які з часом формують усе нові рівні своєї організації. Причому виникнення кожного нового рівня впливає на раніше сформовані рівні, змінюючи зв'язки та композицію їх елементів.

Об'єктом сучасної науки стають і чим далі, тим частіше так звані «людинорозмірні» системи: медико-біологічні об'єкти, об'єкти екології, включаючи в себе біосферу в цілому (глобальна екологія), об'єкти біотехнології (насамперед генетичної інженерії), системи «людина–машина» та ін.

Зміна характеру об'єкта дослідження постнекласичної науки веде до зміни підходів і методів дослідження. Якщо на попередніх етапах наука була орієнтована переважно на розуміння все більш звуженого, ізольованого фрагмента дійсності,

який виступав як предмет тієї чи іншої наукової дисципліни, то специфіку сучасної науки все більше визначають комплексні дослідницькі програми (у яких беруть участь фахівці різних галузей знання), міждисциплінарні дослідження.

6. Поєднання об'єктивного світу та світу людини, подолання розриву між об'єктом та суб'єктом.

Уже на етапі неklasичного природознавства стало очевидним, що «відбиток суб'єктивності лежить на фундаментальних законах фізики» (А. Едінгтон), що «суб'єкт і об'єкт єдині», між ними не існує бар'єра (Е. Шредінгер), що «свідомість і матерія є різними аспектами однієї і тієї ж реальності» (К. Вайцзеккер) та ін. А Луї де Бройль вважав, що квантова фізика взагалі «не веде більше до об'єктивного опису зовнішнього світу» – висновок, який виражає, на наш погляд, кінцеву позицію щодо розглянутої проблеми.

Поєднання об'єктивного світу та світу людини в сучасних науках – як природничих, так і гуманітарних – неминуче веде до трансформації ідеалу «ціннісно-нейтрального дослідження». Об'єктивно-істинне пояснення та опис стосовно «людинорозмірних» об'єктів не тільки не допускає, але й передбачає включення в себе аксіологічних (ціннісних) факторів до складу положень, що пояснюють.

У природознавстві ХХ ст. сформувався і набуває дедалі ширшого поширення (хоч і є предметом дискусії) так званий «**антропний принцип**» – один із фундаментальних принципів сучасної космології. Згідно з антропним принципом, Усесвіт повинен розглядатися як складна система, що самоорганізується. Включеність до неї людини не може бути відкинута як якийсь прояв «наукового екстремізму». Суть антропного принципу в тому, що наявність спостерігача не тільки змінює картину спостереження, а й загалом є необхідною умовою існування матеріальних основ цієї картини.

Таким чином, розвиток сучасної науки – як природознавства, так і суспільствознавства – переконливо показує, що не-

залежного спостерігача, здатного лише пасивно спостерігати і не втручатися у природний хід подій, просто не існує.

7. Широке застосування філософії та її методів у всіх науках.

У тому, що філософія як органічна єдність своїх двох початків (науково-теоретичного та практично-духовного) пронизує сучасне природознавство, – у цьому сьогодні не сумнівається жоден мислячий натураліст. У постнекласичному природознавстві ще активніше (насамперед у силу специфіки його предмета і зростання ролі людини в ньому), ніж на попередніх етапах, задіяні всі функції філософії – онтологічна, гносеологічна, методологічна, світоглядна, аксіологічна та ін.

8. Посилення математизації наукових теорій і рівня їх абстрактності і складності.

Ця особливість сучасної науки привела до того, що робота з новими теоріями через високий рівень абстракцій понять, які вводяться в них, перетворилася на новий і своєрідний вид діяльності.

У науці різко зріс вплив обчислювальної математики (яка стала самостійною гілкою математики), оскільки відповідь на поставлене завдання часто потрібно давати в числовій формі. Нині найважливішим інструментом науково-технічного прогресу стає математичне моделювання.

Що стосується сучасної формальної (математичної) логіки та методів, законів і прийомів мислення, які розробляються в її рамках, то вона розплавилася в різноманітних дослідженнях математики, а також у таких нових дисциплінах на науковій сцені, як інформатика та когнітологія, кібернетика та теорія інформації, загальна лінгвістика – кожна з сильним математичним ухилом.

Розвиток науки переконливо показує, що математика – це дієвий інструмент пізнання, який має величезну ефективність. Разом з тим стає все очевиднішим, що неприпустимо як недооцінювати математичний апарат, так і абсолютизувати його.

9. Методологічний плюралізм, усвідомлення обмеженості, односторонності будь-якої методології, у тому числі раціоналістичної.

Свого часу німецький фізик В. Гейзенберг говорив про те, що треба осягати дійсність усіма дарованими нам органами. Але не можна, наголошував він, обмежувати методи свого мислення однією-єдиною філософією. Разом з тим неприпустимо будь-який метод оголошувати «єдиною правильним», припиняючи або взагалі відмовляючи (неважливо, з яких підстав) іншим методологічним концепціям. У сучасній науці не можна обмежуватися лише логікою, діалектикою та епістемологією (хоча їх значення дуже велике), а ще більш ніж раніше, потрібні інтуїція, фантазія, уява та інші подібні фактори, засоби розуміння дійсності.

У науці ХХІ ст. усе частіше говорять про естетичну сторону пізнання, про красу як евристичний принцип стосовно теорій, законів, концепцій. Краса – це не тільки відображення гармонії матеріального світу, але і краса теоретичних побудов. Пошуки краси, тобто єдності та симетрії законів природи, – це примітна риса сучасної фізики та інших природничих наук. Характерна риса постнекласичної науки – її діалектизація, тобто широке застосування діалектичного методу в різних галузях наукового пізнання. Об'єктивна основа цього процесу – сам предмет дослідження (його цілісність, саморозвиток, суперечливість та ін.), а також діалектичний характер самого процесу пізнання.

У науковому пошуку сьогодення дедалі ясніше виявляється поступове та неухильне ослаблення вимог до жорстких нормативів наукового дискурсу (до логічного компонента) та посилення ролі позараціонального компонента, але не за рахунок пониження, а тим більше ігнорування ролі розуму.

3.2. Синергетичні системи та нові стратегії наукового пошуку

У сучасній постнекласичній картині світу проблема нестабільної поведінки нерівноважних систем знаходиться в

центрі уваги **синергетики – теорії самоорганізації**. Синергетика набула значного поширення в сучасній філософії науки та методології. Сам термін давньогрецького походження і означає «сприяння», «співучасть» або «той, хто сприяє чи допомагає». Сліди його вживання можна знайти ще в ісихазмі – містичній течії Візантії. Найчастіше він використовується у значенні: «узгоджена дія», «безперервна співпраця», «спільне використання».

У 1973 р. німецький учений Г. Хакен виступив на першій Конференції, присвяченій проблемам самоорганізації, що започаткувало нову дисципліну – синергетику. Г. Хакен звернув увагу на те, що в багатьох дисциплінах, від астрофізики до соціології, ми часто спостерігаємо, як кооперація окремих частин системи приводить до виникнення нових макроскопічних структур або функцій. Синергетика в її нинішньому стані фокусує увагу на таких ситуаціях, у яких структури переживають драматичні зміни лише на рівні макромасштабів. Зокрема, синергетику особливо цікавить питання, як саме підсистеми чи частини роблять зміни, цілком обумовлені процесами самоорганізації. Парадоксальним здається те, що під час переходу від неупорядкованого стану до стану порядку всі ці системи поведуться подібно.

Хакен пояснює, чому він назвав нову дисципліну синергетикою, таким чином: по-перше, у ній досліджується спільна дія багатьох підсистем, унаслідок чого на макроскопічному рівні виникає нова структура та відповідні функції, по-друге, вона кооперує зусилля різних наукових дисциплін для знаходження спільних принципів самоорганізації систем.

На думку вченого, існують одні й ті ж самі принципи самоорганізації різних за своєю природою систем від електронів до людей, а отже, мова повинна вестися про спільні детермінанти природних та соціальних процесів, на винайдення яких і спрямована синергетика.

Синергетика виявилася дуже продуктивною науковою концепцією, предметом якої виступили процеси самоорганізації – спонтанного структурогенезу. Вона включила в себе

нові пріоритети сучасної картини світу: концепцію нестабільного нерівноважного світу, феномен невизначеності і багатоальтернативності розвитку, ідею виникнення порядку з хаосу.

Основна ідея синергетики в тому, що нерівноважність мислиться джерелом появи нової організації, тобто порядку. Тому головну працю представників цієї науки – І. Пригожина та І. Стенгера названо «Порядок з хаосу». Нерівноважні стани пов'язані з потоками енергії між системою та зовнішнім середовищем. Процеси локальної впорядкованості відбуваються за допомогою припливу енергії ззовні. Переробка енергії, яка підводиться до системи на мікроскопічному рівні, проходить багато етапів, що, урешті-решт, приводить до впорядкованості на макроскопічному рівні: утворення макроскопічних структур (морфогенез), руху з невеликим числом ступенів свободи та ін. За параметрів, що змінюються, одна й та сама система може демонструвати різні способи самоорганізації.

Системи, що самоорганізуються, знаходять внутрішні (іманентні) форми адаптації до навколишнього середовища. **Нерівноважні умови викликають ефекти корпоративної поведінки елементів, які у рівноважних умовах поводитися незалежно й автономно.** Удалині від рівноваги когерентність, тобто узгодженість елементів системи, значною мірою зростає. Певна кількість або ансамбль молекул демонструє когерентну поведінку, яка оцінюється як складна.

Нові стратегії наукового пошуку у зв'язку з необхідністю освоєння синергетичних систем спираються на конструктивне збільшення знань у так званій «теорії керованого безладдя», яка пов'язана з вивченням специфіки та типів взаємозв'язку процесів структурування та хаотизації. Спроби осмислення понять порядку та хаосу створили чималі класифікації та типології хаосу.

У постнекласичну картину світу хаос увійшов не як джерело деструкції, а як стан, похідний від первинної нестійкості взаємодій, який може стати причиною спонтанного структу-

рогенезу. У світлі останніх теоретичних розробок хаос постає не просто як безформна маса, але як надскладно організована послідовність, логіка якої становить значний інтерес. Учені визначають хаос як нерегулярний рух з неперіодично повторюваними, нестійкими траєкторіями, де для кореляції просторових та часових параметрів є характерним випадковий розподіл.

У світі людських відносин завжди існувало негативне ставлення до хаотичних структур та невизначеності. Більшість тоталітарних режимів бажають установити «повний порядок» та підтримувати його із «залізною необхідністю».

У сучасній синергетичній парадигмі пропонується інше, конструктивне розуміння ролі та значущості процесів хаотизації. Тлумачення спонтанності розвитку в деструктивних термінах «свавілля» і «хаосу» вступає в конфлікт з викладками сучасного природничо-філософсько-методологічного аналізу, який визнає хаос поряд з упорядкованістю універсальними характеристиками розвитку Всесвіту.

Відкриття динамічного хаосу – це, по суті, відкриття нових видів руху. Відкриття настільки ж фундаментальне за своїм характером, як і відкриття фізикою елементарних частинок, кварків як нових елементів матерії. Наука про хаос – це наука про процеси, а не про стани, про становлення, а не про буття.

Для освоєння синергетичних систем прийнята нова стратегія наукового пошуку, заснована на **деревоподібній графіці, яка гілкується**, образ якої відтворює альтернативність розвитку. Вибір майбутньої траєкторії розвитку на одному з кількох напрямів залежить від вихідних умов, елементів, локальних змін, випадкових чинників і енергетичних впливів. І. Пригожин запропонував ідею квантового виміру стосовно універсуму як такого.

Нова стратегія наукового пошуку передбачає врахування принципової неоднозначності поведінки систем та складових

їх елементів, можливість перескоку з однієї траєкторії на іншу та втрату системної пам'яті, коли вона забуває свої минулі стани, діє спонтанно та непередбачено. У критичних точках керованих змін можливий ефект відгалужень, який дає в перспективі функціонування таких систем численні комбінації їх еволюціонування.

3.3. Головні поняття нелінійної динаміки синергетичних систем

Своєрідна організаційна відкритість світу передбачає різноманітні сценарно-структурні зчеплення матеріальних взаємодій. Стратегія освоєння самоорганізуємих синергетичних систем пов'язана з такими поняттями, як «біфуркація», «флуктуація», «хаосомність», «дисипація», «дивні аттрактори», «нелінійність», «невизначеність» та ін.

В умовах, далеких від рівноваги, діють **біфуркаційні механізми**, які передбачають наявність точок роздвоєння та неєдиність продовження розвитку. Результати їхньої дії важко передбачувати. Біфуркаційні процеси свідчать про ускладнення системи.

Флуктуації у загальному випадку означають втрату стабільності й поділяються на два великих класи: створюваних довкіллям і створюваних самою системою. Можливі випадки, коли флуктуації будуть такі сильні, що оволодіють системою повністю, надавши їй своїх коливань, і, по суті, змінять режим її існування. Вони переведуть систему із властивого їй стану порядку або до хаосу, або до впорядкованості іншого рівня.

Система, за якою розповсюджуються флуктуації, називається **дисипативною**. По суті, це характеристика поведінки системи за флуктуацій, які охопили її повністю. Основна властивість дисипативної системи – це надзвичайна чутливість до усіляких впливів і у зв'язку з цим надзвичайна нерівноважність.

Учені широко використовують такий термін, як **аттрактори** – структури, які утворюють собою як би центри, до яких

тяжіють інші елементи. Наприклад, опинившись у великому натовпі народу, окрема людина, яка рухалася до цього у своєму власному напрямі, не у змозі пройти далі, не відреагувавши на натовп. У теорії самоорганізації подібний процес отримав назву «сповзання в точку скупчення». Атрактори стягують і концентрують навколо себе елементи, тим самим структуруючи середовище і виступаючи учасниками творення порядку.

Пріоритетний напрямок нової парадигми – аналіз нестабільних, нерівноважних систем – стикається з необхідністю дослідження феномена **онтологічної невизначеності**, який фіксує відсутність реального референта майбутнього. Невизначеність – це вид взаємодій, позбавлених кінцевої стійкої форми. Вона може бути похідна від природи об'єкта події, коли остання відбувається, як кажуть, прямо «на очах», випереджаючи всілякі прогнози, розрахунки та очікування. Феномен невизначеності ототожнюється з потенційною повнотою всіх можливих змін у межах існуючих фундаментальних фізичних параметрів.

Категорія **ймовірності** передбачає стійкий розподіл ознак сукупності й орієнтована на обчислення можливих змін.

У новій стратегії наукового пошуку демонструє свою актуальність категорія **випадковості**, що постає як характеристика поведінки будь-яких систем, як складних, так і простих. Випадковість означає, що властивості та якості окремих явищ змінюють свої значення незалежним чином та не визначаються переліком характеристик інших явищ. В одній із останніх інтерпретацій таку випадковість назвали **динамічним хаосом**. Породжена дією побічних, нерегулярних, малих або комплексних причин випадковість – це особливий прояв невизначеності.

Категорією **можливості** відображається майбутній стан об'єкта. Вона націлена на співвіднесення передумов і тенденцій явища, яке розвивається, і передбачає варіанти змін. Набір можливостей складає буттєве поле невизначеності. Ситуація

нерідко оцінюється як невизначена через наявність безлічі можливостей, що конкурують. Невизначеність супроводжує процедуру вибору та кваліфікує «довиборчий» стан системи. Причому вибір розуміється не тільки як дія свідомо й цілеспрямована, але й як несвідомий вибір самої системи.

У новій стратегії вивчення синергетичних систем значну роль відіграють **статистичні закономірності**. Вони формулюються мовою ймовірнісних розподілів і проявляються як закони масових явищ з урахуванням великих чисел. Вважається, що їхня дія виявляється там, де на фоні безлічі випадкових причин існують глибокі необхідні зв'язки. Вони не дають абсолютної повторюваності, проте загалом правомірною є їх оцінка як закономірностей постійних причин.

Постулат сучасної науки – «достовірним є те, що є ймовірним» не виключає аналіз несподіваних, малоймовірних, але й через це максимально інформаційно ємних подій. Цьому сприяють такі інноваційні засоби стратегії наукового пошуку, як «*case studies*» – ситуаційні дослідження, «абдукція» – прийом найкращого висновку з наявних фактів, «куматоїд» – мінливий об'єкт, який характеризується тим, що може з'являтися, утворюватися, а може зникати, розпадатися. Уся соціальна реальність наповнена такими мінливими об'єктами – куматоїдами.

Нові стратегії наукового пошуку вказують на принципову **гіпотетичність знання**. В одній із можливих інтерпретацій сучасної картини світу обґрунтовується такий стан Усесвіту, коли, незважаючи на непередбачуваність флуктуації, набір можливих траєкторій еволюціонування системи визначено та обмежено. Випадкові флуктуації та точки біфуркації важко-передбачуваним чином змінюють траєкторію системи, проте самі траєкторії тяжіють до певних типів-атракторів і внаслідок цього наводять систему, нестабільну щодо найменших змін початкових умов, у новий стабільний стан. Синергетика досліджує нерівноважні системи, або системи, що знаходяться

«подалі від рівноваги», причому нестійкість означає «випадковий рух усередині певної області параметрів».

Дослідники синергетичних систем відзначають, що за певних умов можуть виникати макроскопічні явища самоорганізації у вигляді просторових картин, які ритмічно змінюються в часі, можуть з'являтися мозаїчні структури, кільця, спіралі, концентричні кола, осередки та ін.

За порогом нестійкості з'являється нова структура. У синергетичній парадигмі визнається поведінка систем у режимі «із загостренням», також важливо враховувати мережеві комунікації та багатовимірні структурні напруження. «Нелінійний» інструменталізм синергетики є міждисциплінарним, інтерсуб'єктивним і може постати як багатовимірна комунікативна мережа взаємопов'язаних метафор, аналогій, моделей і концепцій.

3.4. Глобальний еволюціонізм та передбачувані ним типи еволюції

Глобальний еволюціонізм постає як інтегративний напрям, який ураховує динаміку розвитку неорганічного, органічного та соціального світів. Він спирається на ідею єдності Всесвіту та уявлення про універсальність еволюції. Концепція глобального еволюціонізму оформилася у 80-ті роки ХХ ст.

Глобальний еволюціонізм охоплює **чотири типи еволюції**: космічну, хімічну, біологічну та соціальну, поєднуючи їх генетичною та структурною послідовністю. Поряд із прагненням до об'єднання уявлень про живу і неживу природу, соціальне життя і техніку, однією з цілей глобального еволюціонізму стало прагнення поєднати природниче, суспільствознавче, гуманітарне, а також технічне знання. У цій своїй якості концепція глобального еволюціонізму претендує на створення нового типу цілісного знання, яке поєднує в собі науково-методологічні і філософські основи. Поява

синергетики також свідчить про пошук глобальних та загальноєволюційних закономірностей, які універсально поєднують розвиток систем різної природи.

Обґрунтуванню глобального еволюціонізму сприяли **три найважливіші сучасні наукові підходи**: теорія нестационарного Всесвіту (1), концепція біосфери та ноосфери (2), ідеї синергетики (3).

У розумінні глобальної **космічної еволюції** важливе значення має **антропний принцип**, який фіксує зв'язок між властивостями Всесвіту, який розширюється, і можливістю виникнення в ньому життя.

Властивості нашого Всесвіту обумовлені наявністю фундаментальних фізичних констант, у разі невеликої зміни яких структура Всесвіту була б іншою, відмінною від існуючої. «Слабкий» **антропний принцип** показує: те, що ми очікуємо спостерігати, має бути обмежене умовами, які необхідні для нашого існування як спостерігачів.

«Сильний» **антропний принцип** стверджує: Усесвіт повинен бути таким, щоб у ньому на певному етапі еволюції допускалося існування спостерігачів. Тобто він повинен мати властивості, які дозволять виникнути життю і людині. З факту існування людини робиться висновок про фізичні властивості Всесвіту, встановлюється певне співвідношення між наявністю життя і людини та фізичними параметрами Всесвіту.

Гіпотетичність антропного принципу не знижує значення космічної еволюції. Глобальний еволюціонізм розкриває протиріччя між положеннями еволюційної теорії Дарвіна та другим початком термодинаміки. Перша з них проголошує відбір та посилення впорядкованості форм та станів живого; друга, навпаки, – зростання ентропії (міри хаосу).

Хімічна форма глобального еволюціонізму простежує сукупність міжатомних зв'язків та їх перетворень, які відбуваються з розривом одних атомних зв'язків і утворенням інших. В її рамках вивчаються різні класи сполук, типи хіміч-

них реакцій (наприклад, радіаційні реакції, реакції каталітичного синтезу та ін.).

Пояснення та передбачення нових видів хімічних сполук, можливість управління хімічними реакціями, задоволення запитів, що висуваються, хімії з боку промисловості і виробництва, та осмислення негативних наслідків у контексті глобальних планетарних процесів склало проблемний ряд хімічної форми глобального еволюціонізму.

У рамках глобального еволюціонізму значна увага приділяється **біологічній еволюції**. Еволюційні вчення (Ламарк, Дарвін та ін.) відтворювали картину природної історичної зміни форм життя, виникнення та трансформації видів, перетворення біогеоценозів та біосфери. У ХХ ст. виникла **синтетична теорія еволюції**, у якій було запропоновано синтез основних положень еволюційної теорії Дарвіна, сучасної генетики та низки нових біологічних узагальнень.

Людство як продукт природної еволюції підпорядковується її основним законам. Етап повільної, поступової зміни суспільства названий **еволюцією соціальною**. Причому зміни в суспільстві здійснюються не одночасно і мають різноспрямований характер.

Еволюція людського суспільства відбувається із збереженням генетичних констант виду *Homo sapiens* і реалізується через взаємопов'язані процеси розвитку соціальних структур, суспільної свідомості, виробничих систем, науки, техніки, матеріальної та духовної культури.

Якісний характер цих взаємодій змінюється внаслідок науково-технічного прогресу, техноеволюції, швидкість якої на відміну від біоеволюції постійно зростає. Руйнування навколишнього середовища, яке є певним результатом техноеволюції, згубно впливає на біоеволюцію, призводить до захворювань, смертності, генетичної потворності, загрожує регіональними та глобальними наслідками.

Тому важливою частиною теорії глобального еволюціонізму стає **проблема «коеволюції»**, що означає узгоджене

існування природи і людства. Механізми «вростання» людства у природу включають у себе біологічні, технічні та соціальні аспекти. Це складна інтегративна якість взаємодій мікрореальності, макрореальності та реальності глобального космічного масштабу, де один рівень накладається на інший, видозмінює під своїм тиском третій і т. д.

Людина невіддільна від біосфери, вона в ній живе і водночас сама становить її частину. Реалізація принципу коеволюції є необхідною умовою для забезпечення її майбутнього. Колективний розум і колективна воля людства мають бути здатними забезпечити спільний розвиток (коеволюцію) природи та суспільства.

МАТЕРІАЛИ ДЛЯ СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ

Семінарське заняття № 1

Класичний і неklasичний типи наукової раціональності

Питання для обговорення:

1. Наукові революції як перебудова основ науки.
2. Перша наукова революція і формування класичного типу наукової раціональності.
3. Зміни у класичній раціональності, внесені в ході наукової революції першої половини XIX століття.
4. Формування неklasичного типу раціональності в кінці XIX – першій половині XX ст.

Тестові завдання

1. Етапи розвитку наукового знання, пов'язані з перебудовою дослідницьких стратегій, які задаються основами науки, отримали назву ...

- a) тип раціональності;
- b) наукова картина світу;
- c) організована наука;
- d) наукова революція.

2. Уявлення про мету наукової діяльності і способи її досягнення – це ...

- a) ідеали та методи наукового дослідження;
- b) наукова картина світу;
- c) філософські ідеї і принципи;
- d) наукова революція.

3. Цілісна система уявлень про світ, його загальні властивості та закономірності, що формуються на основі наукових понять і законів – це ...

- a) ідеали та методи наукового дослідження;
- b) наукова картина світу;
- c) філософські ідеї і принципи;
- d) наукова революція.

4. Науковий тип раціональності, який сформувався в європейському суспільстві у XVII ст. протягом Першої наукової революції, став результатом відмови науки від ...

- a) філософських ідей і принципів пізнання;
- b) гносеології;
- c) метафізики;
- d) когнітивної психології.

5. Наукова раціональність, що затвердилася в європейському суспільстві протягом Першої наукової революції, у літературі часто називається ...

- a) механістичною;
- b) девіантною;
- c) урбаністичною;
- d) релевантною.

6. Ідеал механічної редукції, тобто зведення всіх явищ і процесів до механічних взаємодій, є складовою частиною ...

- a) античного типу раціональності;
- b) класичного типу наукової раціональності;
- c) некласичного типу наукової раціональності;
- d) постнекласичного типу наукової раціональності.

7. Принцип еволюції (розвитку) затвердився в науковій раціональності в результаті ...

- a) Першої наукової революції (XVII ст.);
- b) Другої наукової революції (перша половина XIX ст.);
- c) Третьої наукової революції (кінець XIX – перша половина XX ст.);
- d) Четвертої наукової революції (остання третина XX – початок XXI ст.).

8. Особливістю дослідницьких програм Третьої наукової революції (кінець XIX – перша половина XX ст.) є вивчення ...

- a) механічних та фізичних систем;
- b) систем, які історично розвиваються;
- c) макрооб'єктів;
- d) об'єктів мікросвіту.

9. Концепція відносності істини затвердилася в науковій раціональності протягом ...

- a) Першої наукової революції (XVII ст.);
- b) Другої наукової революції (перша половина XIX ст.);
- c) Третьої наукової революції (кінець XIX – перша половина XX ст.);
- d) Четвертої наукової революції (остання третина XX – початок XXI ст.).

10. Становленню неklasичного типу наукової раціональності найбільшою мірою сприяли досягнення в таких галузях знання як ...

- a) фізика, біологія та хімія;
- b) механіка і фізика;
- c) гуманітарні науки;
- d) машинобудування та енергетика.

Питання для самоконтролю

- 1. Дайте визначення терміна «наукова революція».
- 2. Що є головними компонентами основ науки?
- 3. У результаті чого протягом наукової революції може відбутися перебудова основ науки?
- 4. Охарактеризуйте особливості формування класичного типу наукової раціональності протягом Першої наукової революції.
- 5. Чим принципово відрізняється науковий тип раціональності від античного?
- 6. Які основи античної раціональності збереглися в науковій раціональності?
- 7. Назвіть зміни у філософському розумінні тотожності мислення і буття, які сталися під час переходу від античної раціональності до наукової.
- 8. Охарактеризуйте зміни у класичній раціональності, внесені протягом наукової революції першої половини XIX століття.

9. Поясніть особливості формування некласичного типу раціональності в кінці XIX – першій половині XX ст.

10. Поясніть сутність концепції відносності істини та ідеї «непрозорості» буття.

Теми для доповідей

1. Зародження і розвиток класичної науки.
2. Класична наука як епіцентр новоєвропейської культури.
3. Картина світу новоєвропейської науки.
4. Соціальний статус та етос класичної науки. Людина науки.
5. Розвиток некласичної науки в першій половині XX ст.
6. Особливості експерименту некласичної науки.
7. Картина світу некласичної науки.

Семінарське заняття № 2

Сучасна глобальна наукова революція як становлення нелінійної науки та постнекласичного типу наукової раціональності

Питання для обговорення:

1. Відмітні особливості постнекласичного типу наукової раціональності.
2. Головні характеристики сучасної, постнекласичної науки.
3. Освоєння синергетичних систем саморозвитку та нові стратегії наукового пошуку.
4. Глобальний еволюціонізм і сучасна наукова картина світу.

Тестові завдання

1. **Об'єктами вивчення постнекласичної науки є ...**
 - a) механічні та фізичні системи;
 - b) системи, які історично розвиваються;
 - c) макрооб'єкти;
 - d) об'єкти мікросвіту.
2. **У постнекласичній науці провідною методологічною концепцією в розумінні і поясненні систем, які історично розвиваються, є ...**
 - a) механіка;
 - b) фізика;
 - c) гносеологія;
 - d) синергетика.
3. **У теорії синергетики стани нестійкої рівноваги самоорганізовуваної системи, у яких вона має віяловий набір можливостей подальшої зміни, називаються ...**
 - a) точками біфуркації;
 - b) точками фазового переходу;
 - c) науковими революціями;
 - d) критичними точками.

4. Науковий принцип, який використовується у фізиці й космології і який стверджує, що конструкція існуючого світу сприяє можливості появи людини, називається ...

- a) синергетичним;
- b) екологічним;
- c) антропним;
- d) мізантропним.

5. Відмова від ціннісно-нейтрального дослідження і використання елементів метафізики є характерними для ...

- a) класичного типу наукової раціональності, установленого протягом Першої наукової революції;
- b) класичного типу наукової раціональності, установленого протягом Другої наукової революції;
- c) некласичного типу наукової раціональності;
- d) постнекласичного типу наукової раціональності.

6. Принцип (ідея) поєднаної, взаємообумовленої зміни систем або частин усередині цілого називається ...

- a) принципом еволюції;
- b) принципом коеволюції;
- c) принципом регресу;
- d) синергетичним принципом.

7. Ознака самоорганізовуваної системи, яка визначає безліч шляхів її еволюції і можливість вибору з цих альтернатив, називається ...

- a) відкритістю;
- b) нелінійністю;
- c) когерентністю;
- d) гнучкістю структури.

8. Ознака самоорганізовуваної системи, яка визначає узгоджене протікання в часі процесів у даній системі, називається ...

- a) відкритістю;
- b) нелінійністю;
- c) когерентністю;
- d) гнучкістю структури.

9. Три найважливіші концептуальні напрями в науці XX ст. стали визначальними в обґрунтуванні теорії універсального (глобального) еволюціонізму:

- a) теорія нестационарного Всесвіту, синергетика, теорія біологічної еволюції;
- b) мікропроцесорні технології, синергетика, теорія ядерного синтезу;
- c) теорія біологічної еволюції, генні технології, синергетика;
- d) синергетика, теорія біологічної еволюції, нелінійна фізика.

10. Концепція універсального (глобального) еволюціонізму включає в себе такі чотири типи еволюції, об'єднуючи їх генетичною і структурною спадкоємністю:

- a) геологічну, генетичну, біологічну й соціальну;
- b) органічну, неорганічну, космічну та соціальну;
- c) геологічну, органічну, космічну та хімічну;
- d) космічну, хімічну, біологічну й соціальну.

Питання для самоконтролю

1. Назвіть головні особливості постнекласичного типу наукової раціональності.

2. Дайте характеристику синергетиці як провідній у даний час методологічній концепції в розумінні систем, що історично розвиваються.

3. Як вплинув розвиток у XX ст. космології на становлення постнекласичного типу наукової раціональності?

4. Які риси античної раціональності були у XX ст. включені до складу наукової раціональності?

5. Назвіть головні характеристики сучасної, постнекласичної науки.

6. Дайте характеристику принципу коеволюції. Як цей принцип використовується в сучасній науці?

7. Назвіть основні ознаки самоорганізовуваних систем.

8. Поясніть особливості реалізації принципу методологічного плюралізму в сучасній науці.
9. Поясніть сутність антропного принципу.
10. Що в рамках синергетики розуміється під термінами «порядок» і «хаос»?

Теми для доповідей

1. Етичні проблеми сучасної науки. Криза ідеалу ціннісно-нейтрального наукового дослідження.
2. Комп'ютеризація науки, її проблеми та наслідки.
3. Плюралізм наукового пізнання.
4. Адекватність та еквівалентність альтернатив у науковому пізнанні.
5. Постнекласичне поняття елементарності.
6. Життя як самоорганізація.
7. Антропний принцип, його світоглядне та методологічне значення.

Семінарське заняття № 3
Сучасні методології наукових досліджень. Філософський
вимір інновацій

Питання для обговорення:

1. Роль міждисциплінарного комплексу програм у вивченні об'єктів.
2. Парадигма цілісності, усвідомлення необхідності глобального всебічного погляду на світ.
3. Упровадження в наукове дослідження ідей та методів синергетики, стихійно-спонтанного структурогенеза.
4. Темпоральний фактор у науковому дослідженні.

Тестові завдання

1. Сучасна методологія наукового дослідження базується на прийнятті наукового знання як ...

- a) принципово інтерсуб'єктивного й деперсоніфікованого;
- b) частини метафізики;
- c) прояви порядку в хаосі;
- d) такого, що знаходиться на межі емпіричного й теоретичного.

2. Відокремлення методології від філософії і надбання нею самостійного статусу датують ...

- a) XVII століттям;
- b) кінцем XIX – початком XX ст.;
- c) 50–60-ми роками XX ст.;
- d) кінцем XX – початком XXI ст.

3. «Мінливий» системний об'єкт, який характеризується тим, що може з'являтися, утворюватися, а може і зникнути, розпастися, який не репрезентує всі свої елементи одночасно, а як би представляє їх своєрідним «чуттєво-понадчуттєвим» чином, у методології наукового пізнання називається ...

- a) флуктуацією;
- b) точкою біфуркації;

- с) атрактором;
- д) куматоїдом.

4. Дослідження, які спираються на методологію між-дисциплінарних досліджень, але передбачають вивчення індивідуальних суб'єктів, локальних групових світоглядів і ситуацій, які не вписуються в усталені канони пояснення, у методології наукового пізнання називають ...

- а) інтерактивними дослідженнями;
- б) ситуаційними дослідженнями («*case studies*»);
- с) біфуркаційними дослідженнями;
- д) локально-груповими дослідженнями.

5. У методології наукового пізнання розрізняють два типи ситуаційних досліджень:

- а) інтерактивні й гіпотетичні;
- б) локальні та узагальнені;
- с) біфуркаційні і флуктуаційні;
- д) текстуальні й польові.

6. Умовивід від емпіричних фактів до гіпотези, що їх пояснює («умовивід до найкращого пояснення фактів»), називається ...

- а) індукцією;
- б) дедукцією;
- с) абдукцією;
- д) інтертекстуальністю.

7. Постаналітичний спосіб мислення в сучасній методології наукового дослідження проявляється через ...

- а) історико-критичну реконструкцію теорії та врахування залежності теорії від політики;
- б) використання синергетики як провідної методологічної концепції;
- с) відмову від традиційних методів дослідження;
- д) урахування взаємозв'язку теорії і практики.

8. Відповідно до Г. Х. фон Вригта, телеономічна традиція у філософії науки, яка створює ефект розуміння і яка пов'язана з гуманітарними науками, історично сходиться до ...

- a) Аристотеля;
- b) Коперника;
- c) Галілея;
- d) Ньютона.

9. Відповідно до Г. Х. фон Вригта, каузальна традиція у філософії науки, яка створює ефект пояснення і яка пов'язана з природничими науками, історично сходиться до ...

- a) Аристотеля;
- b) Коперника;
- c) Галілея;
- d) Ньютона.

10. Сукупність ряду синтетичних, інтегративних способів, що виникли як результат поєднання елементів різних рівнів методології і які націлені, головним чином, на стик наукових дисциплін, називається ...

- a) методами синергетичного дослідження;
- b) біфуркаційними методами;
- c) міжстиковими методами;
- d) методами міждисциплінарного дослідження.

Питання для самоконтролю

1. На чому базується сучасна методологія наукового дослідження?

2. Поясніть, у результаті чого відбувся відхід методології наукового дослідження від проблемного поля філософії в самостійну сферу.

3. Назвіть проблеми, які покликана вирішувати сучасна методологія.

4. Поясніть зміст постулату «проти підміни методів».

5. Поясніть значення терміна «куматоїд».

6. Поясніть сутність ситуаційних досліджень («case studies»).

7. Порівняйте між собою два типи ситуаційних досліджень.
8. Що означає термін «абдукція»? Як він використовується в сучасному науковому дослідженні?
9. Назвіть основні риси сучасних методологічних новацій.
10. Поясніть сутність «методологічних бар'єрів».

Теми для доповідей

1. Новий понятійний і категоріальний апарат постнекласичної науки, який відображає нестабільність і невизначеність навколишнього світу.
2. Посилення значення нетрадиційних засобів і методів дослідження в сучасній науці.
3. Зміна значення категорій «об'єктивність» і «суб'єктивність», зближення методів природничих і соціальних наук у постнекласичній науці.
4. Використання в сучасному науковому дослідженні багатоальтернативної, розгалуженої прогностики.
5. Методологічна інерція як різновид методологічного бар'єру.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

Основна

1. Кисляков В. П., Дрожанова О. М., Ступак О. П. Вступ до філософії науки : навч. посіб. Миколаїв : НУК, 2018. 296 с.
2. Кисляков В. П., Щукін Є. О., Дрожанова О. М., Патлайчук О. В. Філософія : навч. посіб. Миколаїв : НУК, 2016. 132 с.
3. Кузь О. М., Чешко В. Ф. Філософія науки : навч. посіб. Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2017. 172 с.
4. Патлайчук О. В. Основні напрямки сучасної філософії: прагматизм, аналітична філософія : навч. посіб. Миколаїв : НУК, 2022. 184 с.
5. Патлайчук О. В., Ступак О. П., Гончарова О. О. Наука як соціокультурний феномен : практикум з дисципліни «Філософія науки» для аспірантів та здобувачів наукового ступеня PhD (доктор філософії). Миколаїв : НУК, 2020. 192 с.
6. Семенюк Е., Мельник В. Філософія сучасної науки і техніки : підруч. Львів : ЛНУ ім. І. Франка, 2017. 364 с.
7. Добронравова І. С., Сидоренко Л. І., Чуйко В. Л. Філософія науки : підруч. Київ : ВПЦ Київ. ун-т, 2018. 255 с.
8. Яценко Г. Ю., Патлайчук О. В. Філософія науки : навч. посібник для аспірантів та здобувачів наукового ступеня «доктор філософії». Миколаїв : НУК, 2018. 120 с.

Допоміжна

1. Будко В. В. Философия науки : учеб. пособие. Харьков : Консум, 2005. 268 с.
2. Патлайчук О. В. Органічна теорія суспільства Г. Спенсера як перша спроба створення міждисциплінарної теорії сталого розвитку. *Гуманітарний вісник НУК : зб. наук. праць*. Вип. 8. 2015. С. 90–94.

3. Патлайчук О. В. Розвиток природно-правових поглядів у філософії України (кінець ХІХ – початок ХХ ст.) : монографія. Миколаїв : НУК, 2018. 256 с.

4. Патлайчук О. В. Співвідношення нарративного і наукового знання у Ж.-Ф. Ліотара. *Гуманітарний вісник НУК : зб. наук. праць*. Вип.10. 2017. С. 89–93.

5. Патлайчук О. В., Вижул Н. В., Григорович М. В. Етичні проблеми сучасного наукового дослідження. *Гуманітарний вісник НУК : зб. наук. праць*. Вип. 9. 2016. С. 82–86.

6. Патлайчук О. В., Гончарова О. О. The course of lectures on the Philosophy of science for graduate students : навч. посібник з філософії науки для аспірантів та здобувачів наукового ступеня PhD (доктор філософії). Миколаїв : НУК, 2021. 200 с.

7. Патлайчук О. В., Мартиченко Я. О., Шпорчук Д. М. Використання загальних та емпіричних методів наукового пізнання у суднобудуванні. *Гуманітарний вісник НУК : зб. наук. праць*. Вип. 9. 2016. С. 86–89.

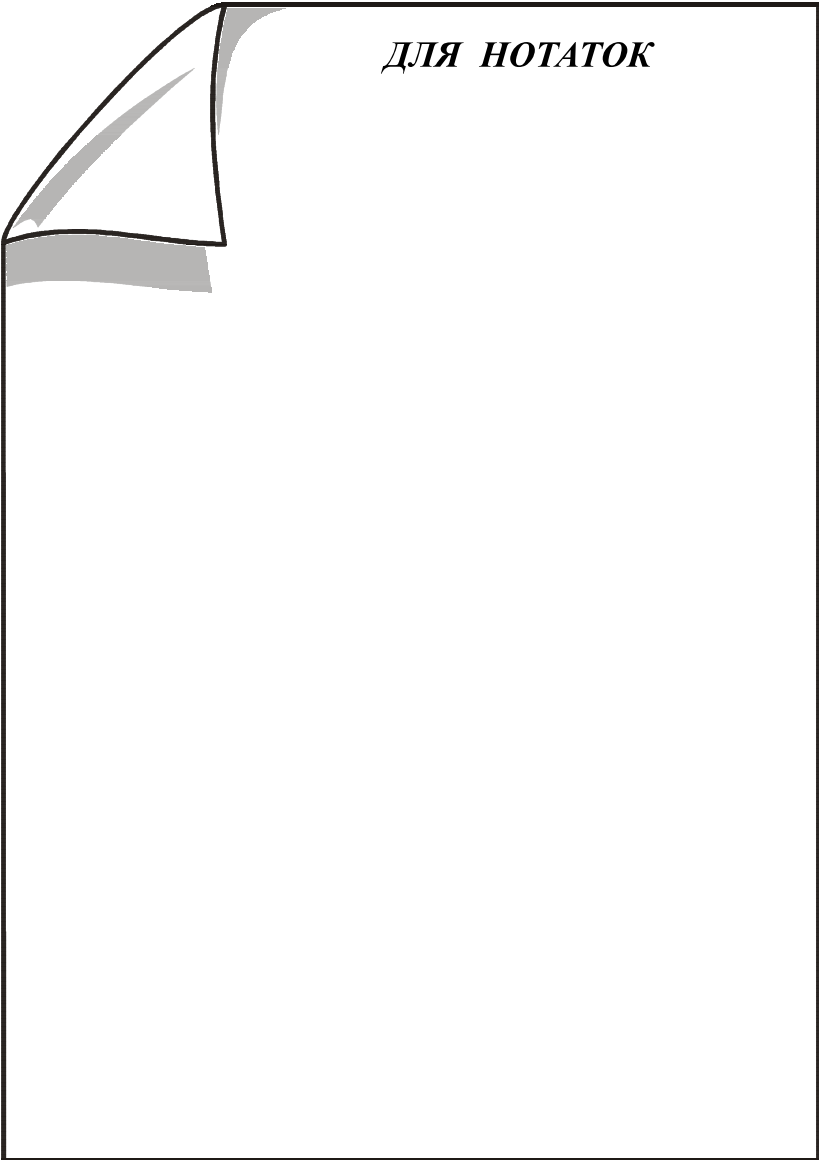
8. Ханстантинов В. О. Філософія науки : курс лекцій. Миколаїв : МНАУ, 2017. 188 с.

9. Штанько В. И. Философия и методология науки : учеб. пособие для аспирантов и магистрантов естественнонаучных и технических вузов. Харьков : ХНУРЭ, 2002. 292 с.

10. Щукін Є. О., Патлайчук О. В., Чугуєва І. Є. Основні напрямки сучасної філософії : феноменологія, психоаналіз, екзистенціалізм, герменевтика, структуралізм, постструктуралізм. Миколаїв : НУК, 2009. 116 с.

11. Maksiuta M., Shtepenko O., Patlaichuk O., Skliar I., Yarova A., Stupak O. Man, Poetry and Nature in the Work of A. Yu. Krymsky: Actuality of Postmodern Communications. *Postmodern Openings*. 2022. No.13 (Supl). P. 229–246.

12. Prepotenska M., Pronoza I., Naumkina S., Khlivniuk T., Marmilova O., Patlaichuk O. Totalitarian and Democratic Rhetoric as an Indicator of the Relations of Power in the Contemporary Information Society. *Postmodern Openings*. 2022. No.13 (Supl). P. 350–376.



ДЛЯ ЗАДАТОК

Навчальне видання

ПАТЛАЙЧУК Оксана Віталіївна
СТУПАК Ольга Петрівна

**ІСТОРИЧНІ ТИПИ
НАУКОВОЇ РАЦІОНАЛЬНОСТІ**

Навчальний посібник

Комп'ютерна правка й коректура *О. Г. Костенко*
Комп'ютерне верстання *А. Д. Сорочинська*

Формат 60x84/16. Ум. друк. арк. 6,5. Тираж 100 прим. Вид. № 2. Зам. № 3010-34.
Видавець і виготівник Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
просп. Героїв України, 9, м. Миколаїв, 54025
E-mail : publishing@nuos.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6402 від 19.09.2018 р.