

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-енергетичний факультет

Кафедра агроінженерії

# **ТЕОРІЯ І ТЕХНОЛОГІЯ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

*Конспект лекцій*

для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти  
ОПП «Агроінженерія» спеціальності 208 «Агроінженерія» денної та  
заочної форми здобуття вищої освіти  
Частина I.

МИКОЛАЇВ  
2024

**УДК 001.891.3**

**ТЗЗ**

Друкується за рішенням науково-методичної комісії інженерно-енергетичного факультету Миколаївського національного аграрного університету від «01» жовтня 2024 р., протокол № 2.

Укладачі:

О.С. Садовий – канд. техн. наук, доцент кафедри агроінженерії, Миколаївський національний аграрний університет.

І.М. Суковіцина – асистент кафедри агроінженерії, Миколаївський національний аграрний університет.

Рецензенти:

В. А. Грубань – канд. техн. наук, доцент кафедри тракторів та сільськогосподарських машин, експлуатації та технічного сервісу. Миколаївський національний аграрний університет.

© Миколаївський національний аграрний  
університет, 2024

## ЗМІСТ

ВСТУП	4
КЛАСИФІКАЦІЯ НАУК	5
ЕЛЕМЕНТИ НАУКИ	10
МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	20
ЕЛЕМЕНТИ ТЕОРІЇ І МЕТОДОЛОГІЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ТВОРЧОСТІ	29
НАУКОВЕ ДОСЛІДЖЕННЯ. МЕТА, ОБ'ЄКТ І ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ	42
КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ	52
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	54

## ВСТУП

У сучасних умовах розвитку науково-технічного прогресу, інтенсивного збільшення обсягу наукової та науково-технічної інформації, швидкої змінюваності та оновлення знань, особливого значення набуває підготовка у вищій школі висококваліфікованих фахівців здатних до самостійної, творчої роботи, до впровадження у виробничий процес новітніх технологій.

З цією метою до учбового плану включено дисципліну «Теорія і технологія наукових досліджень», яка розкриває перед студентами зміст наукового дослідження, знайомить з методами й методиками проведення наукового дослідження, формує потребу в отриманні нових знань, інтерес до науки. Водночас дана дисципліна розкриває великі перспективи творчих аспектів вибраної спеціальності.

Наука - сфера дослідницької діяльності, вона налаштована на отримання нових знань про закони природи та суспільства. В теперішній час розвиток науки пов'язаний з міжнародною координацією наукової праці, створенням наукових установ, покращанням експериментального та лабораторного устаткування. Являючись слідством суспільного розподілу праці, наука виникає після відділення розумової праці від фізичної й перетворення пізнавальної діяльності у специфічний рід занять особливої групи людей. Поява машинного виробництва створює умови перетворення науки в активний чинник самого виробництва. В умовах науково-технічної революції відбувається докорінна перебудова науки. Стимулюючи виробництво, наука проникає у всі чинники суспільного життя. Необхідність наукового підходу в матеріальному виробництві, в економіці і в політиці, в сфері керування і в системі освіти примушує науку розвиватися більш швидкими темпами, ніж будь-яку іншу галузь діяльності.

Сучасне суспільство у всіх його видах діяльності знаходиться під впливом науки й техніки. В теперішній час наука стає у все більшій мірі продуктивною силою суспільства. Всі форми фізичної і розумової праці: медицина, транспорт, зв'язок, побут сучасної людини — відчують на собі перетворюючу дію науково-технічного прогресу.

## КЛАСИФІКАЦІЯ НАУК

Класифікація наук – це розкриття їх взаємного зв'язку на підставі певних принципів і вираження цих зв'язків у вигляді логічно обґрунтованого розташування або ряду. Класифікація наук розкриває взаємозв'язок природних, технічних, суспільних наук і філософії. В основі цієї класифікації лежать специфічні особливості об'єктів матеріального всесвіту, що вивчають різні науки. «Класифікація наук, з яких кожна аналізує окрему форму руху, разом з тим є класифікацією, розташуванням згідно з внутрішньо властивою їм послідовністю саме цих форм руху, і в цьому полягає її значення».

Проблема класифікації наук – це проблема структури всього наукового знання. Щоб правильно показати її сучасне місце, а тим більше тенденції її перспективного розвитку, необхідно поглянути на неї з історичної точки зору. Тоді виявляється втрата колишньої простоти в загальній структурі науки, поява нових моментів, що суперечать тим основам, на які спиралася вся будова наукового знання в минулому. Ці моменти посилюються, і створюється враження, що в даний час ми знаходимося на роздоріжжі: колишні погляди на загальну структуру науки почали ламатися, проте поки не настільки сильно, щоб поступитися місцем новим поглядам, а нові погляди стали набувати чинності, але все таки не настільки рішуче і ґрунтовно, щоб витіснити старі. Старе й нове співіснують поруч, як би намагаючись знайти контакт або компроміс, як це нерідко трапляється напередодні корінного, революційного перевороту, що руйнує старе й рішуче прокладає дорогу новому.

Не розглядаючи розвиток науки у всій складності, ми хочемо гранично жорстко, як би в «чистому вигляді», виявити головні тенденції її розвитку як системи наукового знання. В реальній дійсності всі ці тенденції можуть співіснувати і переплітатися між собою. Основні сучасні тенденції розвитку класифікації наук полягають у переході від диференціації наук до їх інтеграції. Тут відслідковується тенденція переходу від координації наук до їх субординації і від одноаспектності наук розгляду комплексності. Далі розвиток

класифікації наук намічає перехід від функціональності до субстратності. З самого початку свого виникнення, тобто з XVI-XVII в.в., науки виділялися і продовжують виділятися дотепер не за об'єктом (тобто не за субстратом, або носієм руху), а за формами руху (тобто за функцією, або специфікацією руху) або ж за окремими сторонами предмету, що вивчається.

Проте потім виявилось, що подібна однозначність між функціональністю й субстратністю в загальному випадку не має місця. Наприклад, атоми можуть одночасно слугувати об'єктом і фізики (атомної), і хімії; так само молекули можуть бути предметом і хімії, і фізики (молекулярної). Живий організм складає предмет і біології, і хімії, і фізики, і кібернетики.

Ту ж картину ми бачимо і в розвитку суспільства. Окремий предмет (об'єкт) як ступінь історичного руху – та або інша соціально-економічна формація, взята як ціле, - повинен вивчатися сукупністю всіх суспільних наук і перш за все тих, що мають справу з відповідним економічним базисом, політичною і духовно-ідеологічною надбудовами.

**Технічні науки** – це специфічна система знання про цілеспрямоване перетворення природних тіл і процесів у технічні об'єкти, про методи конструктивно-технічної діяльності, а також про способи функціонування технічних об'єктів у системі суспільного виробництва.

Перші спроби підсумовування науково-технічних знань привели до систематизації і класифікації цих наук.

Далі ця класифікація зажадала розвиток і об'єднання, при якому всередині кожної науки зберігаються свої властивості.

Вивчаючи ряд зв'язаних між собою рухів, сучасна класифікація відповідає внутрішнім властивостям, властивим об'єктам певної послідовності. Свій організаційний прояв класифікація наук одержує в побудові систем науково дослідницьких інститутів, структурі вищих учбових закладів, бібліотек – і т.д.

Тут двояко виступає закон заперечення. В одному значенні є повернення до початкового однозначного співвідношення: один об'єкт (предмет) – одна наука, але повернення скоюється на іншій, більш високій основі. В іншому значенні заперечення заперечення виявляється в тому, що початком усього наукового знання було виникнення в античності єдиної недиференційованої науки під егідою філософії (натурфілософії). На вищому ступені розвитку повинно буде виявитися як би повернення до єдиної науки, але, зрозуміло, в більш глибокому і змістовному її розумінні.

І нарешті, вельми істотним для майбутньої класифікації буде перехід від одновимірності до багатовимірності в зображенні системи наук. Обговорення питання про графічне зображення майбутньої структури єдиної науки в даний час було б достатньо безпредметним, оскільки поки що неясне в деталях взаємовідношення між цілим і його внутрішніми частинами, а головне – між самими цими частинами всередині цілого за умови, що вони втратили свою минулу ізолюваність і навіть минулу самостійність. Можна впевнено зтверджувати, що при постановці й рішенні такого завдання доведеться відмовитися не тільки від одномірності, але й двумірності в зображенні зв'язків між науками. Майбутня класифікація наук потребує багатомірності в її зображенні.

**Науково-технічний прогрес** повинен бути націлений на радикальне поліпшення використання природних ресурсів, сировини, матеріалів, палива й енергії на всіх стадіях від здобичі й комплексної переробки сировини до випуску й використання кінцевої продукції, на створення безвідходних технологій, на збереження навколишнього середовища.

**Технічна політика** визначає його науково обгрунтовані тенденції. Технічна політика враховує дані науково-технічних прогнозів, реальні ресурси, які має в своєму розпорядженні країна, а також завдання зовнішньої політики, визначаючи переважні напрями технічного прогресу.

Політика країни в області науки повинна бути націлена на створення більш сприятливих умов для прискорення досягнення економічних і соціальних цілей, духовного розвитку суспільства. Для цього необхідні технічне переозброєння народного господарства, тісне поєднання науки з виробництвом при використанні з цією метою нових форм інтеграції. Керуючи розвитком науки, уряд забезпечує правильне співвідношення фундаментальних і прикладних досліджень, конструкторських розробок, а також упровадження їх результатів у масове виробництво. Це сьогодні найскладніше організаційне завдання. Дієвим інструментом керування розвитком науки є також фінансування й матеріальне забезпечення наукових досліджень. Фінанси й матеріальні ресурси призначаються в першу чергу для найважливіших і перспективних напрямів науковотехнічного прогресу. Все більше розповсюдження одержує принцип фінансування не окремих науково-дослідних підрозділів, а крупних наукових програм. Програмно-цільовий підхід до наукової діяльності оптимізує внутрішні тенденції наукового пізнання й керування ним, розширює можливості планування науки, пов'язуючи її внутрішні стимули з організаційними питаннями вдосконалення структури наукових колективів.

Прикладами успішної реалізації в нашій країні найбільших наукових програм є оволодіння атомною енергією, освоєння космічного простору і ін. Крупні розробки, що вимагають участі десятків або сотень підприємств, різних міністерств і відомств, можна реалізувати тільки при програмно-цільовому плануванні й керування. Програма – це комплекс робіт, переслідуючих важливу для народного господарства мету (наприклад, створення й освоєння нової технології). Інструмент для їх організації передбачає питання фінансування, ресурсного забезпечення, керування, складу учасників розробки, їх взаємодії і т.д. За кожною програмою призначають свого керівника, головну організацію, головне міністерство.



Головною особливістю **програмно-цільового методу** є орієнтація на досягнення кінцевого народно-господарського ефекту з урахуванням максимально можливої кількості впливаючих чинників. Мета, що ставиться перед системою, визначається, як правило, двояко. В одному випадку вона задається наперед. Після цього можливості системи оцінюються виходячи з сформульованої мети й намічаються заходи щодо її досягнення. Часто під задану мету створюють відповідну систему й органи керування нею.

В іншому випадку мета визначається з даного полягання системи і виступає як очікуваний до певного часу результат, як майбутнє полягання системи. Для цього проводиться попередній аналіз полягання системи, її реальних можливостей, на основі чого і визначається мета. При цьому удосконалюється існуюча система керування без принципової зміни його структури.

Цільова орієнтація програмно-цільового методу сприяє підкоренню локальних планово-управлінських завдань єдиним народногосподарським цілям.

У цільових програмах відображається системний підхід до розвитку народного господарства, намічаються шляхи вдосконалення системи керування для прискореного досягнення кінцевого результату.

Принцип системного підходу в керуванні програмою реалізує за допомогою спеціально виділеного органу з відповідними повноваженнями щодо координації робіт і фінансування виконавців.

Таким чином, науково-технічна революція безперервно висуває нові невідкладні завдання перед вищою і середньою спеціальною школою в напрямі підвищення якості підготовки фахівців, здатних у практичній роботі використовувати самі останні досягнення науки й техніки, брати активну участь в отриманні нових наукових результатів.

## ЕЛЕМЕНТИ НАУКИ

**Знання** - ідеальне відтворення в мовній формі узагальнених уявлень про закономірні зв'язки об'єктивного світу.

Функціями знання є узагальнення розрізнених уявлень про закономірності природи суспільства й мислення; зберігання в узагальнених представленнях усього того, що може бути передано як стійка основа практичних дій.

Знання є продуктом суспільної діяльності людей, направленої на перетворення дійсності. Процес руху людської думки від незнання до знання називають пізнанням, в основі якого лежить віддзеркалення об'єктивної дійсності в свідомості людини, в процесі його суспільної, виробничої і наукової діяльності, іменованої практикою. Потреби практики виступають основною й рушійною силою розвитку пізнання, його метою. Людина пізнає закони природи, щоб оволодіти силами природи й поставити їх собі на службу; він пізнає закони суспільства, щоб відповідно до них впливати на хід історичних подій.

**Пізнання** зростає з практики, але потім само прямує на практичне оволодіння дійсністю. Від практики до теорії і від теорії до практики, від дії до думки і від думки до дійсності - така загальна закономірність відносин людини в навколишній дійсності. Практика є початком, початковим пунктом і одночасно природним завершенням всякого процесу пізнання. Слід зазначити, що завершення пізнання завжди відносне, оскільки в процесі пізнання, як правило, виникають нові проблеми й нові завдання, які були підготовлені й поставлені попереднім розвитком наукової думки. Вирішуючи ці завдання й проблеми, наука повинна випереджати практику і таким чином свідомо спрямовувати її розвиток.

У процесі практичної діяльності людина дозволяє суперечність наявним станом речей і потребами суспільства. Результатом цієї діяльності є

задоволення суспільних потреб. Вказана суперечність є джерелом розвитку пізнання й природно, знаходить віддзеркалення в його діалектиці.

Діалектика процесу пізнання виражається в суперечності між обмеженістю наших знань і безмежної складності об'єктивної дійсності, між суб'єктивною формою й об'єктивним змістом людського пізнання, в необхідності боротьби думок, що дозволяє шляхом логічних доказів і практичної перевірки встановлювати істину.

Вся наука, все людське пізнання направлені на досягнення істинних знань, що вірно відображають дійсність. Тільки істинне наукове знання слугує людині могутньою зброєю перетворення дійсності, дозволяє прогнозувати її подальший розвиток.

У протилежність істинному знанню помилка є невірним, ілюзорним віддзеркаленням миру.

Істинні знання існують у вигляді законів науки, теоретичних положень і висновків, навчань, підтверджених практикою й існуючих об'єктивно, незалежно від праць і відкриттів вчених. Тому істинне наукове знання об'єктивне. Разом з тим наукове знання може бути відносним і абсолютним.

**Відносне** знання – знання, яке будучи в основному вірним віддзеркаленням дійсності, відрізняється деякою неповнотою збігу образу з об'єктом.

**Абсолютне** знання - це повне, вичерпне відтворення узагальнених уявлень про об'єкт, що забезпечує абсолютний збіг образу з об'єктом. Абсолютне знання не може бути спростовано або змінено в майбутньому.

Слід зазначити, що безперервний розвиток практики виключає можливість перетворення знання в абсолютне, але абсолютність практики дозволяє відрізнити об'єктивно істинні знання від помилок. Пізнання включає два рівні: плотський і раціональний. Плотське пізнання формує емпіричне знання, а раціональне – теоретичне.

Плотське пізнання забезпечує безпосередній зв'язок людини з навколишньою дійсністю. Елементами плотського пізнання є відчуття, сприйняття, уявлення й уява.

**Відчуття** – це віддзеркалення мозком людини властивостей предметів або явищ об'єктивного світу, які діють на його органи чуття. Сприйняття — віддзеркалення мозком людини предметів або явищ у цілому, при чому таких, що діють на органи чуття в даний момент часу.

**Сприйняття** – це первинний плотський образ предмету або явища.

**Уявлення** – вторинний образ предмету або явища, що в даний момент часу не діють на органи чуття людини, але обов'язково діяли в минулому. Представлення – це образи, що відновлюються слідами минулих дій предметів або явищ, що збереглися в мозку.

**Уява** – це з'єднання й перетворення різних уявлень в цілу картину нових образів.

Раціональне пізнання доповнює й випереджає плотське, сприяє усвідомленню єства процесів, розкриває закономірності розвитку. Формою раціонального пізнання є **абстрактне мислення**.

**Мислення** – це опосередковане й узагальнене віддзеркалення в мозку людини істотних властивостей, причинних відносин і закономірних зв'язків між об'єктами або явищами. Опосередкований характер мислення полягає в тому, що людина через доступні органам чуття, властивості зв'язку і відношення предметів проникає в приховані властивості зв'язку, відношення; людина пізнає дійсність не тільки в результаті свого особистого досвіду, але й непрямим шляхом, засвоюючи в процесі спілкування з іншими людьми. Мислення нерозривно пов'язано з мовою й не може здійснюватися зовні нього. Дійсно, основний інструмент мислення - логічні міркування людини, структурними елементами яких (і формами логічного віддзеркалення дійсності) є поняття, думки, висновки.

**Поняття** – це думка, що відображає істотні й необхідні ознаки предмета або явища. Поняття можуть бути загальними, одиничними, збірними, абстрактними й конкретними, абсолютними й відносними. Загальні поняття пов'язані не з одним, а з безліччю предметів. Найширші поняття називаються **категоріями** і до них відносять деякі філософські поняття (про форму й зміст явищ), економічної теорії (товар, вартість) і т.д. Одиничні поняття відносяться завжди тільки до одного певного предмету. Під збірними маються на увазі поняття, що позначають цілі групи однорідних предметів, що є відомою єдністю, закінчену сукупність (ліс, транспортний потік і т.п.)

Поняття конкретні відносяться до конкретних предметів, а абстрактні поняття – до окремо взятих ознак цих предметів, наприклад «білі предмети». Особливістю відносних понять є те, що вони завжди мисляться попарно, наприклад; «правий» і «лівий», «начальник» і «підлеглий». **Абсолютними** називають такі поняття, що не мають парних відносин, наприклад «планета», «будинок», «дерево».

За ознакою відносин між поняттями їх ділять на тотожні, рівнозначні, підлегли, супідрядні, частково згідні, суперечать і протилежні.

**Тотожними** називають такі поняття, що мають однаковий зміст. Це одні й ті ж поняття, тільки виражені в різній словесній формі. Рівнозначні поняття мають один і той же об'єм, але відрізняються за змістом. Так, наприклад, поняття «автор «Капіталу» і «засновник наукового соціалізму» хоча і відносяться до однієї особи, але вказують на різні його ознаки.

Поняття характеризуються їх **об'ємом і змістом**. Об'єм поняття – це круг тих предметів, на які дане поняття поширено. Змістом називають сукупність ознак, що з'єднані в даному понятті.

Відносини тотожності й рівнозначності понять мають надзвичайно важливе значення в науці, оскільки роблять можливим заміщення одного поняття іншим. Цією операцією широко користуються в математиці при перетворенні й спрощенні співвідношень алгебри.

**Підлеглими** називають поняття, що за змістом входять у поняття більш високого рангу або більш загальні. **Супідрядними** є поняття, зв'язані за об'ємом (об'єм двох або більш понять входить в об'єм якого-небудь вищого поняття). Наприклад, поняття «багатокутник» і «коло» є підлеглими поняттю «геометрична фігура» і супідрядними між собою. Якщо окремі частини об'єму понять виявляються співпадаючими, загальними, то їх називають **частково згідними**. В подібному відношенні знаходяться, наприклад, такі поняття, як – «студент» і «спортсмен».

Поняття, що заперечує позитивне поняття, називають таким, що суперечить. Наприклад, поняття «нелюдина» заперечує позитивне поняття «людина».

Поняття, що суперечать, не допускають нічого проміжного; одне поняття начисто виключає інше. Якщо поняття вказує не тільки на те, що заперечує, але й на те, що замість заперечуваного затверджується, то таке поняття називають **протилежним**. Біля протилежних понять є середні і проміжні поняття. Так, між поняттями «білий» і «чорний» – поняття «сірий».

Для опису процесу формування нових складних понять з більш простих використовують спосіб виведення складних співвідношень з елементарних. Формалізація процесу часто здійснюється на мові теорії множин.

Розкриття змісту поняття називають його визначенням. Останнє повинне відповідати двом найважливішим ознакам: 1) визначення повинне вказувати на найближче родове поняття; 2) визначення повинне вказувати на те, ніж дане поняття відрізняється від інших понять. Так, визначаючи поняття «квадрат», потрібно вказати на те, що квадрат відноситься до роду прямокутників і виділяється серед прямокутників ознакою рівності своїх сторін. Визначення поняття не повинне бути ні дуже широке, ні дуже вузьке, тобто відповідним і не повинно визначатися самим собою.

Розвиток наукових знань примушує уточнювати визначення понять, вносити нові ознаки в його зміст. При цьому поняття узагальнюється або

обмежується. В науковому дослідженні визначення звичайно завершують процес дослідження, закріплюють ті результати, до яких учений прийшов у своєму дослідженні. Без визначення понять можливе помилкове тлумачення думок автора дослідження. Визначення поняття виявляється можливим у тому випадку, коли ми знаємо, до якого роду воно відноситься й які у нього видові ознаки. Встановлення видових ознак здійснюється за допомогою розподілу поняття. Розподілом поняття називається розкриття всіх видів, що входять до складу даного поняття. Якщо визначення має справу із змістом поняття, що вивчається, то розподіл – з об'ємом поняття.

Розподіл підкоряється наступним правилам: 1) члени розподілу повинні вичерпувати об'єм ділимого поняття; 2) розподіл повинен проводитися з погляду однієї певної підстави; 3) члени розподілу повинні виключати один одного.

Підставою розподілу називається та ознака, що є загальною для всіх видів, що входять в об'єм даного поняття. Особливим видом розподілу понять є **дихотомія**, або двочленний розподіл, при якому членами розподілу бувають тільки два поняття, з яких одне є тим, що суперечить відносно іншого.

**Думка** – це думка, в якій за допомогою зв'язку понять затверджується або заперечується що-небудь. У мові думка виражається у вигляді пропозиції. Думка - це зіставлення понять, що встановлюють об'єктивний зв'язок між мислимими предметами і їх ознаками або між предметом і класом предметів.

Думки діляться за наступними ознаками: якості, кількості, відношенню, модальності. В свою чергу, за якістю думки діляться на ствердні й негативні, за кількістю - на загальні, приватні й одиничні, за відношенням - на категоричні, умовні й розділові, за модальністю - на проблематичні, аподиктичні й асерторичні. В проблематичних думках наявність зв'язку понять наголошується лише з певним ступенем вірогідності. В аподиктичних думках указується, що зв'язок понять є безумовно необхідним. Асерторичні думки вказують тільки на дійсно існуючий зв'язок понять.

З'єднання думок за кількістю й якістю приводить до чотирьох нових видів думок: загальноствердні, загальнонегативні, частковозатверджувальні й часткововід'ємні.

До думки про предмет або явищі людина може прийти або шляхом безпосереднього нагляду якого-небудь факту, або опосередкованим шляхом - за допомогою висновку. **Висновок** – процес мислення, що становить послідовність двох або декількох думок, в результаті яких виводиться нова думка. Часто висновок називають висновком, через який стає можливим перехід від мислення до дії, практики. Разом з тим слід підкреслити, що не всяка послідовність думок може бути названа висновком або висновком. У висновку зв'язок двох думок іноді знаходить підкорення, через яке одне (підстава) обумовлює інше (слідство).

Висновки діляться на дві категорії: **дедуктивні й індуктивні**. Дедуктивні висновки є виведенням окремого випадку з якого-небудь загального положення. В індуктивних висновках на підставі окремих випадків приходять до загального положення.

Висновки підрозділяються також на безпосередні і опосередковані. В безпосередніх висновках від однієї думки приходять до іншої. В опосередкованих думках перехід від однієї думки до іншої здійснюється за допомогою третьої. Якщо в процесі висновку змінюється форма думки, то говорять про її перетворення, наприклад ствердна думка стає негативною, і навпаки. При цьому значення і кількість думки зберігаються. Поняття, думки і висновки виражаються в словесній формі.

У процесі наукового дослідження можна наголосити на наступних етапах: виникнення ідей; формування понять, думок; висунення гіпотез; узагальнення наукових чинників; доказ правильності гіпотез і думок.

**Наукова ідея** – інтуїтивне пояснення явища без проміжного аргументування, без усвідомлення всієї сукупності зв'язків, на підставі якої роблять висновок. Вона базується на вузькій наявній знанні, але розкриває



раніше не помічені закономірності. Свою специфічну матеріалізацію ідея знаходить в гіпотезі.

**Гіпотеза** – це припущення про причину, що викликає дане слідство. Якщо гіпотеза узгоджується із спостережуваними фактами, то в науці її називають теорією або законом. В процесі пізнання кожен гіпотезу піддають перевірці, в результаті якої встановлюється, що слідства, витікаючі з гіпотези, дійсно співпадають із спостережуваними явищами, що дана гіпотеза не суперечить ніяким іншим гіпотезам, які визнаються вже доведеними. Слід, проте, підкреслити, що для підтвердження правильності гіпотези необхідно переконатися не тільки в тому, що вона не суперечить дійсності, але і в тому, що вона є єдиною можливою і з її допомогою вся сукупність спостережуваних явищ знаходить собі цілком достатнє пояснення.

З накопиченням нових фактів одна гіпотеза може бути замінена іншою лише в тому випадку, якщо ці нові факти не можуть бути пояснені старою гіпотезою або їй суперечать. При цьому часто стара гіпотеза не відкидається цілком, а тільки виправляється і уточнюється. У міру уточнення і виправлення гіпотеза перетворюється на закон.

**Закон** – внутрішній істотний зв'язок явищ, що обумовлює їх необхідний закономірний розвиток. Закон виражає певний стійкий зв'язок між явищами або властивостями матеріальних об'єктів.

Закон, знайдений шляхом здогадки, повинен бути потім логічно доведений, тільки тоді він признається наукою. Для доказу закону наука використовує думки, які були раніше визнані істинними і з яких логічно слідує доводжуванa думка. В окремих випадках в рівній мірі опиняються доказовими суперечливі думки. В таких випадках говорять про виникнення парадоксу в науці, що завжди свідчить про наявність помилок в логіці доказу або неспроможності початкових думок в даній системі знань.

**Парадокс у широкому значенні** – це твердження, що різко розходиться із загальноприйнятою, сталою думкою, заперечення того, що представляється

«безумовно правильним». Парадокс у вузькому значенні - це два протилежні твердження, для кожного з яких є що представляються переконливими аргументи.

Парадоксальність є характерною межею сучасного наукового пізнання світу. Наявність парадоксів стає свідомством неспроможності існуючих теорій, вимогою подальшого їх вдосконалення.

Виявлення і дозвіл парадоксів стало в сучасній науці звичною справою. Основні шляхи їх дозволу: усунення помилок в логіці доказів; вдосконалення початкових думок в даній системі знань.

Як вже наголошувалося, в результаті опрацювання і зіставлення з дійсністю наукова гіпотеза може стати теорією.

**Теорія** (від лат. *Terio* - розглядаю) – система узагальненого знання, пояснення тих або інших сторін дійсності. Теорія є духовним, уявним віддзеркаленням і відтворенням реальної дійсності. Вона виникає в результаті узагальнення пізнавальної діяльності і практики. Це узагальнений досвід в свідомості людей.

Структуру теорії формують принципи, аксіоми, закони, думки, положення, поняття, категорії і факти. Під принципом в науковій теорії розуміється найабстрактніше визначення ідеї (початкова форма систематизації знань). Принцип - це правило, що виникло в результаті суб'єктивно осмисленого досвіду людей.

Початкові положення наукової теорії називаються постулатами або аксіомами.

**Аксіома (постулат)** – це положення, яке береться як початкове, недоказове в даній теорії, і з якого виводиться вся решта пропозицій і виведень теорії за наперед фіксованими правилами. Аксіоми очевидні без доказу. В сучасній логіці і методології науки постулат і аксіому звичайно використовують як еквівалентні.

Теорія складається з відносно жорсткого ядра і його захисного пояса. В ядро входять основні принципи. Захисний пояс теорії містить допоміжні гіпотези, що конкретизують її ядро. Цей пояс визначає проблеми, що підлягають подальшому дослідженню, передбачає факти, що не узгоджуються з теорією, і тлумачить їх так, що вони перетворюються на приклади, підтверджуючі її.

Теорія є найрозвиненішою формою узагальненого наукового пізнання. Вона містить в собі не тільки знання основних законів, але і пояснення фактів на їх основі. Теорія дозволяє відкривати нові закони і передбачати майбутнє.

Рух думки від незнання до знання керує методологія. **Методологія** – філософське вчення про методи пізнання і перетворення дійсності, вживання принципів світогляду до процесу пізнання, духовної творчості і практики.

У методології виявляються дві взаємозв'язані функції: 1) обґрунтування правил вживання світогляду до процесу пізнання і перетворення світу; 2) визначення підходу до явищ дійсності. Перша функція загальна, друга приватна. Загальна функція базується на узагальненні системи поглядів людини на світ в цілому, на місце окремих явищ в світі і на своє власне місце в ньому.

Протилежності в науці виявляються в різних формах, витікаючих з конкретно поставлених завдань. Це нове і старе, позитивне і негативне, консервативне і революційне. Нове, позитивне і революційне, як більш вчинене, пробиває собі дорогу в боротьбі із старим, віджилим. Не розуміти цього і не вивчати з позицій цього закону факти і явища - значить, ніколи не підійти до істини.

## МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

**Метод** – це спосіб досягнення мети. Метод об'єднує суб'єктивні і об'єктивні моменти пізнання. Метод об'єктивний, оскільки в теорії, що розробляється, дозволяє відображати дійсність і її взаємозв'язки. Таким чином, метод є програмою побудови і практичного вживання теорії. Одночасно метод суб'єктивний, оскільки є знаряддям мислення дослідника і як таке включає його суб'єктивні особливості.

З філософської точки зору методи можна розділити на; **загальний** діючий у всіх областях науки і на всіх етапах дослідження; загальнонаукові (тобто для всіх наук); приватні (тобто для певних наук); спеціальні або специфічні (для даної науки).

Таке розділення методів завжди умовне, оскільки у міру розвитку пізнання один науковий метод може переходити з однієї категорії в іншу.

До загальнонаукових методів відносять: спостереження, порівняння, рахунок, вимірювання, експеримент, узагальнення, абстрагування, формалізація, аналіз і синтез, індукція і дедукція, аналогія, моделювання, ідеалізація, ранжирування, а також аксіоматичний, гіпотетичний, історичний і системні методи.

**Спостереження** – це спосіб пізнання об'єктивного світу, заснований на безпосередньому сприйнятті предметів і явищ за допомогою органів чуття без втручання в процес з боку дослідника.

**Порівняння** – це встановлення відмінності між об'єктами матеріального світу або знаходження в них загального, здійснюване як за допомогою органів чуття, так і за допомогою спеціальних пристроїв.

**Розрахунок** – це знаходження числа, що визначає кількісне співвідношення однотипних об'єктів або їх параметрів, що характеризують ті або інші властивості.

**Вимірювання** – це фізичний процес визначення чисельного значення деякої величини шляхом порівняння її з еталоном.

**Експеримент** – одна з сфер людської практики, в якій піддається перевірці істинність гіпотез, що висуваються, або виявляються закономірності об'єктивного світу. В процесі експерименту дослідник втручається в процес, що вивчається, з метою пізнання, при цьому одні умови досліду ізолюються, інші виключаються, треті посилюються або ослабляються. Експериментальне вивчення об'єкту або явища має певні переваги в порівнянні зі спостереженням, оскільки дозволяє вивчати явища в «чистому вигляді» за допомогою усунення побічних чинників, при необхідності випробування можуть повторюватися і організовуватися так, щоб досліджувати окремі властивості об'єкту, а не їх сукупність.

**Узагальнення** – визначення загального поняття, в якому знаходить віддзеркалення головне, основне, характеризуюче об'єкти даного класу. Це засіб для утворення нових наукових понять, формулювання законів і теорій.

**Абстрагування** – це уявне відвернення від неістотних властивостей, зв'язків, відносин предметів і виділення декількох сторін, що цікавлять дослідника. Воно, як правило, здійснюється в два етапи. На першому етапі визначаються неістотні властивості, зв'язки і т.д. На другому – досліджуваний об'єкт замінюють іншим, більш простим, є спрощеною моделлю, що зберігає головне в складному.

Розрізняють наступні види абстрагування: **ототожнення** (утворення понять шляхом об'єднання предметів, зв'язаних своїми властивостями в особливий клас); **ізолювання** (виділення властивостей, нерозривно пов'язаних з предметами); конструктивізація (відвернення від невизначеності **меж реальних об'єктів**) і, нарешті, **допущення потенційної здійсненності**.

Яскравим прикладом абстрактної моделі дійсності є ідеальний газ, який широко використовується у фізиці, термодинаміці і інших науках.

**Формалізація** – відображення об'єкту або явища в знаковій формі якоїнебудь штучної мови (математики, хімії і т. д.) і забезпечення можливості

дослідження реальних об'єктів і їх властивостей через формальне дослідження відповідних знаків.

**Аксиоматичний метод** – спосіб побудови наукової теорії, при якій деякі твердження (аксіоми) приймаються без доказів і потім використовуються для отримання решти знань за певними логічними правилами. Загальновідомою, наприклад, є аксіома про паралельні лінії (не перетинаються), яка прийнята в геометрії без доказів.

**Аналіз** – метод пізнання за допомогою розчленування або розкладання предметів дослідження (об'єктів, властивостей і т.д.) на складові частини. У зв'язку з цим аналіз складає основу аналітичного методу досліджень.

**Синтез** – з'єднання окремих сторін предмету в єдине ціле. Аналіз і синтез взаємозв'язані, вони є єдністю протилежностей. Розрізняють наступні види аналізу й синтезу: прямий або **емпіричний метод** (використовують для виділення окремих частин об'єкту, виявлення його властивостей, найпростіших вимірювань і т.п.); поворотний або **елементарно-теоретичний метод** (що базується на уявленнях про причинно-наслідкові зв'язки різних явищ); **структурногенетичний метод** (включаючий той, що вичленяє в складному явищі таких елементів, які надають вирішальне вплив на всю решту сторін об'єкту).

Важливими поняттями в теорії пізнання є: **індукція** – висновок про факти до деякої гіпотези (загальному твердженню) і **дедукція** – висновок, в якому йдеться мова про деякий елемент множини. Робиться на підставі знання загальних властивостей всієї множини. Таким чином, дедукція й індукція - взаємодоповнюючі методи пізнання, що широко використовують приватні методи формальної логіки. Це методи єдиної схожості (передбачається, що єдина схожа обставина є причиною даного явища); єдиної відмінності (передбачається, що єдина відмінність обставин є причиною явища); супутніх змін (зміна одного явища приводить до зміни іншого, оскільки обидва ці явища знаходяться в причинному зв'язку); залишків (якщо відомо, що деякі з

сукупності певних обставин є причиною частини явищ, то залишок цього явища викликається рештою обставин).

Одним з методів наукового пізнання є **аналогія**, за допомогою якої досягається знання про предмети й явища на підставі того, що вони мають схожість з іншими. Ступінь вірогідності (достовірності) висновків аналогічно залежить від кількості схожих ознак відносно порівнюваних явищ (чим їх більше, тим більшу вірогідність має висновок і вона підвищується, коли зв'язок вивідної ознаки з якою-небудь іншою ознакою відомий більш менш точно). Аналогія тісно пов'язана з моделюванням або модельним експериментом. Якщо звичний експеримент безпосередньо взаємодіє з об'єктом дослідження, то в моделюванні такої **взаємодії немає, оскільки експеримент проводиться** не з самим об'єктом, а з його заміником. Прикладом може служити аналогова обчислювальна машина (АВМ), дія якої заснована на аналогії диференціальних рівнянь, що описують як властивості досліджуваного об'єкту, так і електронної моделі.

**Гіпотетичний метод** пізнання припускає розробку наукової гіпотези на основі вивчення фізичної, хімічної і т.п. природи досліджуваного явища за допомогою описаних вище способів пізнання, а потім формулювання гіпотези, складання розрахункової схеми алгоритму (моделі), її вивчення, аналіз, розробка теоретичних положень. Як в соціально-економічних і гуманітарних науках, так і в природничих і технічних дослідженнях часто використовують історичний **метод** пізнання. Цей метод припускає дослідження виникнення, формування й розвитку об'єктів у хронологічній послідовності, внаслідок чого дослідник одержує додаткові знання про об'єкт (явище), що вивчається, в процесі їх розвитку.

При гіпотетичному методі пізнання дослідник нерідко вдається до ідеалізації – це уявне конструювання об'єктів, що практично нездійсненні (наприклад, ідеальний газ, абсолютно тверде тіло). В результаті ідеалізації

реальні об'єкти позбавляються деяких властивим їм якостей і наділяються гіпотетичними якостями.

При дослідженнях складних систем з багатоманітними зв'язками, що характеризуються як безперервністю й детермінованістю, так і дискретністю й випадковістю, використовують **системні методи** (дослідження операцій, теорія масового обслуговування, теорія керування, теорія множин та ін.). У даний час такі методи набули широкого поширення значною мірою в зв'язку з розвитком ЕОМ.

При аналізі явищ і процесів у складних системах виникає потреба розглядати велику кількість чинників (ознак), серед яких важливо вміти виділяти головне за допомогою методу ранжирування й виключення другорядних чинників, що не впливають істотно на досліджуване явище. Отже, цей метод допускає посилення основних і ослаблення другорядних чинників, тобто їх розміщення за певними правилами в ряд убуючої або зростаючої послідовності щодо сили чинника.

Різноманітні методи наукового пізнання умовно підрозділяються на ряд рівнів: емпіричний, експериментально-теоретичний, теоретичний і метатеоретичний рівні.

**Методи емпіричного рівня:** спостереження, порівняння, розрахунок, вимірювання, анкетне опитування, співбесіда, тести, метод проб і помилок і т.д. Методи цієї групи конкретно пов'язані з явищами, що вивчаються, і використовуються на етапі формування наукової гіпотези.

**Методи експериментально-теоретичного рівня:** експеримент, аналіз і синтез, індукція й дедукція, моделювання, гіпотетичний, історичний і логічні методи. Ці методи допомагають досліднику знайти ті або інші достовірні факти, об'єктивні прояви в протіканні досліджуваних процесів. За допомогою цих методів здійснюється накопичення фактів, їх перехресна перевірка. Слід при цьому підкреслити, що факти мають науково-пізнавальну цінність тільки в тих випадках, коли вони систематизовані, коли між ними розкриті невідповідності



залежності, визначені причини слідства. Таким чином, завдання виявлення істини вимагає не тільки збору фактів, але й правильної їх теоретичної обробки. Первинну систематизацію фактів і їх аналіз здійснюється вже в процесі спостереження, бесід, експериментів, бо ці методи включають не тільки акти плотського сприйняття предметів і явищ, але й їх відбір, класифікацію, осмислення сприйнятого матеріалу, його фіксацію.

**Методи теоретичного рівня:** абстрагування, ідеалізація, формалізація, аналіз і синтез, індукція і дедукція, аксіоматика, узагальнення і т.д. На теоретичному рівні проводяться логічне дослідження зібраних фактів, вироблення понять, думок, робляться висновки. В процесі цієї роботи співвідносяться ранні наукові уявлення з виникаючими новими. Таким чином, новий теоретичний зміст знань надбудовується над емпіричними знаннями. На теоретичному рівні пізнання широко використовують логічні методи схожості, відмінності, супутніх змін, розробляють нові системи знань, вирішують завдання подальшого узгодження теоретично розроблених систем з накопиченим новим експериментальним матеріалом.

До методів **метатеоретичного рівня** відносять діалектичний метод і метод системного аналізу. За допомогою цих методів досліджують самі теорії і розробляють шляхи їх побудови, вивчають систему положень і понять даної теорії, встановлюють межі її вживання, способи введення нових понять, обґрунтовують шляхи синтезу декількох теорій. Центральним завданням даного рівня досліджень є пізнання умов формалізації наукових теорій і виробітку формалізованих мов, іменованих метамовами.

При вивченні складних, взаємозв'язаних одна з одною проблем використовують **системний аналіз**, що одержав широке вживання в різних сферах наукової діяльності людини зокрема в логіці, математиці, загальній теорії систем, внаслідок чого сформувалися такі науки, як металогіка й метаматематика. Металогіка досліджує системи положень і понять формальної логіки, розробляє питання теорії доказів, визначності понять, істини в

формалізованих мовах. Метаматематика займається вивченням різних властивостей формальних систем і числень.

В основі системного аналізу лежить поняття системи, під якою розуміється безліч об'єктів (компонентів), що володіють певними властивостями з фіксованими між ними відносинами. На базі цього поняття проводять облік зв'язків, використовують кількісні порівняння всіх альтернатив для того, щоб свідомо вибрати найкраще вирішення, оцінене яким-небудь критерієм, наприклад вимірністю, ефективністю, надійністю і т.п.

Оскільки системний аналіз носить загальний, міждисциплінарний характер, тобто торкається освіти, розвитку, функціонування, синтезу будь-яких систем, то деякі зарубіжні науковці вважають, що системний аналіз замінює філософію, є новою загальною методологією науки. Таке сприйняття системного аналізу невірне, оскільки зводить функцію філософського знання лише до методології наукового дослідження. У всіх науках існують філософські підстави, використовуються філософські категорії, але це не мотив ухвалення підстави теорії за саму теорію. Системний аналіз, з одного боку, дозволяє застосовувати ряд загально філософських положень до рішення приватних завдань, а з іншою - збагатив саму філософію розвитком конкретних наук. Чим далі розвивається системний аналіз, тим вчинений розвивається його мова, тим він далі віддаляється від своєї первинної філософської основи. Таким чином, ототожнення системного аналізу з діалектичним методом, з філософією неправомірно і може привести до світоглядних і методологічних помилок.

Системний аналіз використовують для дослідження таких складних систем, як економіка окремої галузі, промислове підприємство, об'єднання, при плануванні і організації технології комплексних будівельних процесів, виконуваних декількома будівельними організаціями, та ін.

Системний аналіз складається з основних чотирьох етапів; перший полягає в постановці завдання - визначають об'єкт, мету й завдання дослідження, а також критерії для вивчення й керування об'єктом. Неправильна

або неповна постановка цілей може звести нанівець результати всього подальшого аналізу. Під час другого етапу обкреслюються межі системи, що вивчають, і визначають її структуру; об'єкти й процеси, що мають відношення до поставленої мети, розбивають на систему й зовнішнє середовище, що власне вивчають. При цьому розрізняють замкнуті й відкриті системи. При дослідженні замкнутих систем впливом зовнішнього середовища на їх поведінку нехтують. Потім виділяють окремі складові частини системи - її елементи, встановлюють взаємодію між ними і зовнішнім середовищем. Саме так формується, наприклад, така фундаментальна наука, як термодинаміка.

Останнім часом все більше уваги в техніці надається вивченню замкнутих систем, що мають закриті технологічні цикли, так звану «безвідходну технологію». Такі технологічні процеси перспективні як з позиції економіки, так і екології: «чим менше за відходи, тим вище рівень виробництва».

Третій, найважливіший етап системного аналізу полягає в складанні математичної моделі досліджуваної системи. Спочатку проводять параметризацію системи, описують виділені елементи системи і їх взаємодію. Залежно від особливостей процесів використовують той або інший математичний апарат для аналізу системи в цілому.

Слід при цьому відзначити, що аналітичні методи використовуються для опису лише невеликих систем, унаслідок їх громіздкості або неможливості складання й вирішення складної системи рівнянь. Для опису великих систем, їх характеристик не тільки якісних, але й кількісних використовуються дискретні параметри (бали), що приймають цілі значення. Наприклад, твердість матеріалів оцінюють балами за шкалою Мооса, енергію сейсмічних хвиль при землетрусах - балами за И. Ріхтером і ін. Методи операцій з дискретними параметрами висловлюються в теорії множин і перш за все в таких її розділах, як в алгебрі множин і в алгебрі висловів (математичній логіці), що становлять основу математичного забезпечення сучасних ЕОМ.

Разом з апаратом алгебри множин і алгебри висловів при дослідженні складних систем широко використовують методи вірогідності, оскільки в них переважають стохастичні процеси. Тому найбільш часто досліджують розвиток процесів з деякою вірогідністю або ж визначають вірогідність протікання процесів, що вивчаються.

Якщо досліджують складні системи, іменовані як узагальнені динамічні системи, що характеризуються великою кількістю параметрів різної природи, то з метою спрощення математичного опису їх розчленовують на підсистеми, виділяють типові підсистеми, проводять стандартизацію зв'язків для різних рівнів, ієрархії однотипних систем. Прикладами такого підходу до вивчення складних систем, наприклад керування, є типові обурення, типові ланки системи з певними статичними й динамічними властивостями. В результаті третього етапу системного аналізу формуються закінчені математичні моделі системи, описані на формальній, наприклад алгоритмічній, мові.

Важливим етапом системного аналізу є четвертий. Це аналіз одержаної математичної моделі, визначення її екстремальних умов з метою оптимізації і формулювання висновків.

**Оптимізація** полягає в знаходженні оптимуму даної функції (математичної моделі досліджуваної системи, процесу) і відповідно знаходження оптимальних умов поведінки даної системи або протікання даного процесу. Оцінку оптимізації проводять за критеріями, що приймають у таких випадках екстремальні значення (виражаючи наприклад, максимальне знімання продукції з одиниці об'єму апарату, мінімальну вартість продукції при певній продуктивності, мінімальну витрату палива і т. д.). На практиці вибрати належний критерій достатньо складно, оскільки в завданнях оптимізації може виявлятися необхідність в багатьох критеріях, що іноді виявляються взаємно суперечливими. Тому найбільш часто вибирають який-небудь один основний критерій, а для інших встановлюють порогові гранично допустимі значення. На підставі вибору складається залежність критерію оптимізації від параметрів

моделі досліджуваного об'єкту (процесу). Такий результат дослідження надзвичайно важливий для практичних цілей, дає певне подальше дослідно-конструкторське опрацювання завдання.

## ЕЛЕМЕНТИ ТЕОРІЇ І МЕТОДОЛОГІЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ТВОРЧОСТІ

**Творчість** – мислення в його вищій формі, що виходить за межі відомого, а також діяльність, що породжує щось якісно нове. Остання включає постановку або вибір завдання, пошук умов, шляху його вирішення і в результаті - створення нового.

Творчість може мати місце в будь-якій сфері діяльності людини: наукової, виробничо-технічної, художньої, політичної і т.д.

Зокрема, наукова творчість пов'язана з пізнанням навколишнього світу. Науково-технічна (або просто технічно) творчість має прикладні цілі й напрям на задоволення практичних потреб людини. Під ним розуміють пошук і вирішення завдання в області техніки на основі використання досягнень науки.

Протягом усієї людської історії вчені й винахідники минулого для створення нового використовували малопродуктивний метод «проб і помилок». Безсистемно перебираючи велику кількість можливих (мислимих) варіантів, вони знаходили (іноді!) потрібне вирішення. При цьому чим складніше завдання, чим вище її творчий рівень, тим більше можливих варіантів її вирішення, тим більше «проб» потрібно вчинити. В зв'язку з цим творчі знахідки мали переважно випадковий характер. Від першого воза з колесами до винаходу колеса з маточиною й спицями (2 тис. років до н. е.) пройшло близько двох тисячоліть. Проте історія людства показує, що в цілому період реалізації творчих ідей має яскраво виражену тенденцію до скорочення. Дійсно, якщо від

друкарських дощок до винаходу книгодрукування (1440) пройшло «лише» шість століть і потім до створення друкарської машинки чотири століття то, наприклад, транзистор винайдений в 1948р., був реалізований в 1953р. В епоху сучасної науковотехнічної революції потреба в нових технічних винаходах високого рівня істотно зросла й продовжує збільшуватися, що постійно підвищує вимоги до продуктивності, ефективності і якості творчої праці.

Реалізація цього завдання можлива тільки на основі якісної перебудови стилю мислення, розробки теорії і методології науково-технічної творчості і їх широкого практичного використання.

**Творчість** є явищем, що відноситься перш за все до конкретних суб'єктів і пов'язана з особливостями людської психіки, закономірностями вищої нервової діяльності, розумової праці. Одні вчені вважають, що мислення починається там, де створилася проблемна ситуація, що припускає пошук рішення в умовах невизначеності, дефіциту інформації. Інші затверджують, що визначальним механізмом творчості є не логіка, а інтуїція. «За допомогою логіки доводять, за допомогою інтуїції винаходять», - говорив А. Пуанкаре. І дійсно, інтуїція часто допомагає в пошуку правильного вирішення, проте при цьому слід зазначити, що якщо раніше явище інтуїції відносилось до чогось містичного й надприродного, то в даний час довели, що інтуїція має матеріалістичне пояснення і є швидким вирішенням, одержаним у результаті тривалого накопичення знань в даній області і, отже, тривалої підготовки. Це, швидше, підсумок розумової діяльності, ніж початок. Таким чином, інтуїція приходить як винагорода за працю вченого і тому складному механізму творчого мислення властиві як інтуїція, так і логіка.

Специфічний акт творчості – **раптове осяяння (інсайт)** – полягає в усвідомленні чогось, що спливає з глибин підсвідомості, в схопленні елементів ситуації в тих зв'язках і відносинах, що гарантують вирішення завдання.

Пошук вирішення творчого завдання у зацікавленого й кваліфікованого вченого завжди продовжується в підсвідомості, внаслідок чого можуть бути вирішені найскладніші завдання, причому сам процес обробки інформації при цьому не усвідомлюється. В свідомості відображається лише результат (якщо він одержаний). Тому досліднику іноді здається, що на нього послано осяяння, що вдала думка прийшла невідомо звідки. Можна констатувати, що людина використовує це явище кожного разу, коли він відкладає яку-небудь справу, щоб дати думкам дозріти таким чином, розраховує на роботу своєї підсвідомості.

Однією з проблем творчості є його мотиваційна структура. Мотивації (спонуки) пов'язані з потребами, що діляться на три групи: біологічні, соціальні й ідеальні (пізнавальні). Біологічні потреби (наприклад, принцип економії сил) лежать в основі житейської винахідливості й вдосконаленні навиків, але можуть придбати й самовизначене значення, перетворившись на лінь. Серед соціальних потреб мотивами до творчості можуть бути прагнення до матеріальної винагороди, до шани й пошани в суспільстві. Ідеальні – складають потреби пізнання в найширшому значенні. Вони ведуть своє походження від потреби в інформації, спочатку властивій всьому живому, разом з потребою в притоці речовини й енергії. Задоволення будь-якої потреби вимагає інформації про шляхи й способи досягнення мети. Але існує потреба в інформації і як прагнення до нового, раніше не відомому. Найважливішим для творчості видом мислення є уява. Творчій уяві, фантазії належить вирішальна роль у створенні нового й розвитку суспільства. Ця здатність повинна постійно розвиватися, стимулюватися й тренуватися. Розрізняють три типи уяви: логічна (виводить майбутнє з теперішнього часу шляхом логічних перетворень); критична (шукає, що саме в сучасній системі недосконало, й потребує зміни); творча (народжує принципово нові ідеї і уявлення, що спираються на елементи дійсності, але не мають поки прообразів у реальному світі).

Активізація творчого мислення припускає знання чинників, що негативно впливають на нього. До числа таких чинників відноситься відсутність гнучкості мислення, сила звички, вузькопрактичний підхід, надмірна спеціалізація, вплив авторитетів, боязнь критики, страх перед невдачею, занадто висока самокритичність, лінь.

Протилежністю творчої уяви є психологічна інерція мислення, пов'язана з прагненням діяти відповідно до минулого досвіду й знань, з використанням стандартних методів і т.д.

У зв'язку з цим необхідно формулювати технічні завдання так, щоб виключити можливість психологічної інерції та її негативного впливу на творчість, прагнути всебічно розвивати творчу уяву.

Творча особа володіє переліком особливостей і перш за все вмінням зосередити увагу й довго утримувати його на якому-небудь питанні або проблемі. Це одна з найважливіших умов успіху у будь-якому вигляді діяльності. Без завзятості, наполегливості, цілеспрямованості немислимі творчі досягнення.

Отримання значущого результату безпосередньо залежить від вихідної світоглядної позиції автора, принципового системного підходу до постановки проблеми і визначення загальних шляхів руху дослідницької думки. В науковотехнічній творчості матеріалістична діалектика як наука про самі загальні закони розвитку природи, суспільства, мислення й системний підхід складають єдиний напрям у розвитку сучасного наукового пізнання.

Наприклад, системне дослідження технічного об'єкту вимагає розгляду середовища, надсистеми (в яку середовище входить) і її елементів (підсистем) на різних ієрархічних рівнях, а також зв'язків, структури і організації системи (керування, мети). При системному підході вирішальне значення слід додавати внутрішній організації системи, її багаторівневості (рис. 1). Розчленовування системи на підсистеми визначається внутрішніми властивостями системи.



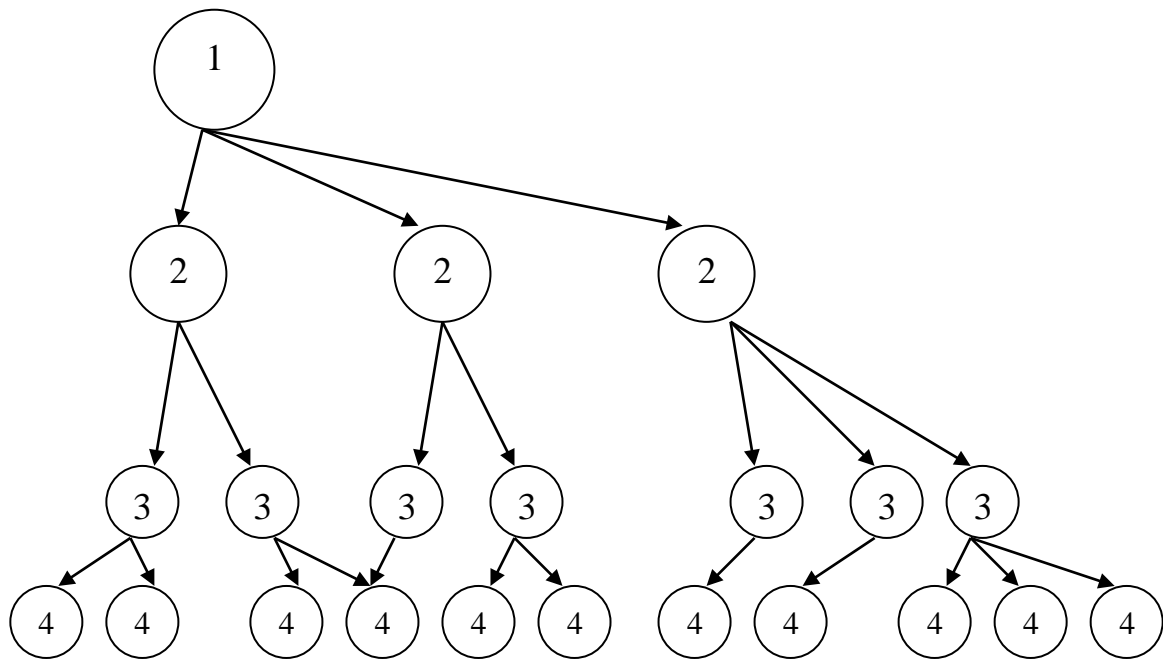


Рис. 1. Ієрархічні рівні технічної системи:

1 – технічна система; 2 – складові частини; 3 – складальні системи; 4 – деталі  
 Представляючи технічний об'єкт як систему, потрібно в першу чергу розглянути в ньому такі властивості, що не виходять «складанням алгебри» властивостей елементів (наприклад, біметалічна пластина при нагріві згинається, що не властиве монометалічним елементам).

Будь-яка система є комплексом взаємодій, за допомогою яких вона виявляється як щось визначене і цілісне. Всяка взаємодія є процесом обміну систем речовиною, енергією, інформацією і т. п., має змінний характер, суперечність (боротьба) періодично чергує із сприянням (співпрацею). Роль і значення взаємодії суперечностей та сприяння у всесвіті не рівноцінні. Тільки суперечності виступають як внутрішній імпульс, джерело руху й розвиток природи, суспільство, мислення, техніка.

Суперечності в технічних системах надзвичайно різноманітні формою й проявам, мають скороминущий історичний характер, взаємозв'язані та взаємообумовлені. В процесі вирішення науково-технічних завдань послідовно виявляються спочатку зовнішні, а потім внутрішні суперечності на рівні, що все більше заглиблюється. Зовнішні суперечності передують науково-технічному

завданню й створюють мотиви для її виявлення й вирішення. Серед внутрішніх суперечностей (суперечностей самої структури системи) виділяють основні й головні технічні й фізичні суперечності.

Технічні суперечності виникають між елементами системи і їх частинами, між технічними параметрами і властивостями. Вони полягають в тому, що, наприклад, збільшення потужності корисного агрегату може викликати неприпустиме погіршення екологічної обстановки або необхідне підвищення міцності викликає неприпустиме збільшення маси конструкції і т.д.

Фізичні суперечності полягають в наявності біля одного й того ж елемента системи (її уявної моделі) взаємопротилежних фізичних властивостей або функцій. Наприклад, елемент електричної схеми повинен, бути провідником, щоб виконувалася одна дія, і одночасно діелектриком, щоб виконувала інша.

Ця суперечність дозволяє інший елемент – діод.

Шлях до вирішення завдання, до створення якісно нової технічної системи, лежить через виявлення все більш глибоких суперечностей і знаходження способів їх вирішення. В цьому полягає один з проявів закону переходу кількісних змін в якісні. В той же час нова технічна система є органічним синтезом нових і деяких елементів колишніх рішень в новому цілому, демонструючи тим самим дію закону заперечення заперечення як фундаментального принципу діалектики, що визначає всякий розвиток.

Рівень технічного розвитку залежить безпосередньо як від рівня природознавства (від ступеня пізнання законів природи), так і від накопичених людством знань у боротьбі за підкорення сил природи. Разом з тим засоби праці (техніка) створені людиною в процесі суспільного виробництва входять невід'ємним елементом у систему продуктивних сил. У зв'язку з цим техніка нерозривно пов'язана і способом виробництва, що включає й виробничі відносини. Тільки економічні закони даного суспільного устрою визначають витoki, напрями і темпи розвитку техніки.

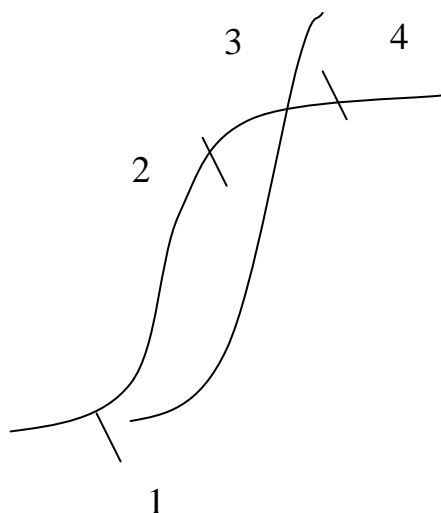


Рис. 2. Розвиток головних показників системи в часі

Життя будь-якої системи (технічної, системи живих організмів і ін.) можна зобразити у вигляді логічної кривої (рис.2), що ілюструє зміни в часі головних показників системи П (наприклад продуктивності, надійності і економічності). Не дивлячись на індивідуальні особливості, ця залежність має характерні ділянки, загальні для всіх систем. Спочатку система (ділянка) А розвивається поволі, існує у вигляді моделі, дослідної установки, одиничного зразка. Потім (ділянка 2) вона швидко удосконалюється, починається її масове вживання. Потім темпи розвитку йдуть на спад (ділянка 3), система вичерпує свої можливості. Далі технічна система деградує й змінюються принципово іншою системою б, іноді довгий час зберігаючи досягнуті показники (ділянка 4).

Знання особливостей розвитку технічних систем необхідне для з'ясування резервів і визначення доцільності вдосконалення даної системи або створення принципово нових рішень. У зв'язку з тим що життєздатними виявляються тільки ті технічні рішення, що відповідають закономірностям розвитку техніки, особливу цінність представляє здатність винахідника правильно передбачати напрями й тенденції можливої зміни початкової технічної системи і діяти відповідно до цих закономірностей.

Приведені елементи теорії пізнання є основними методологічними засобами науково-технічної творчості, до яких відносяться також евристичні прийоми і методи активізації й наукової організації творчої праці. Приведемо деякі з них.

**Прийоми дроблення й об'єднання** (частин або операцій). Наприклад, гайка, різьблення й корпус якої виконані окремими деталями, може бути знята з болта без згвинчення, й об'єднання в автомобільному колесі двох шин дозволяє набагато підвищити його надійність.

**Приєм винесення** (відділення частини або виділення, що заважає, єдино потрібною). Наприклад, при флюорографії для захисту від рентгенівських променів багатьох органів, на шляху випромінювання ставлять захисні бар'єри, залишаючи доступними для нього тільки потрібні частини грудної клітки.

**Приєм інверсії** (замість диктованої умовами завдання дії використовувати протидію). Наприклад, у пристрої для тренування плавців назустріч подається вода, а сам плавець залишається на місці.

**Приєм переходу** в інше вимірювання використаний, наприклад, у пропозиції берегти колоди у воді у вигляді пучків діаметром, що перевищує довжину, і встановлювати пучки у вертикальному положенні.

**Приєм універсальності** (ручка портфеля може одночасно служити еспандером).

**Приєм обігу** шкоди в користь може бути реалізований, наприклад, при розливах річок і небезпеки повені шляхом розміщення на берегах серії великих гумових резервуарів, що заповнюються за допомогою помпи «зайвою» водою з річки. Такі водянні греблі будують і забирають буквально за хвилини.

**Приєм самообслуговування** використаний, наприклад, у пропозиції підвищити стійкість плит корпусу дробометального апарату шляхом додання йому властивості магніту, що утримує на своїй поверхні постійно шар дробу,

що оновлюється. Таким чином, сутність багатьох (у тому числі перерахованих) ефективних прийомів творчості розкривається в їх назвах.

Аналіз патентних матеріалів показує, що винаходи високого рівня, як правило, засновані на прямому використуванні фізичних явищ, законів природи, Поки таких винаходів мало через слабку інформованість фахівців про нові винаходи й відкриття. Щоб виправити таке положення, багато дослідницьких колективів створюють фундації описів фізико-технічних ефектів, використовують їх в машинному (автоматизованому) пошуковому конструюванні. Ефективним евристичним прийомом у творчій діяльності є також ідеалізація кінцевого результату - машини, процесу або матеріалу.

**Ідеальне** вирішення – це найсильніше зі всіх мислимих вирішень даного завдання. Дуже важливо навчитися користуватися поняттями про ідеальні машини, процесі або матеріалі. Наприклад, ідеальною може бути визнана лампочка розжарювання з контактами зі ртуті, що забезпечують її включення в одному положенні й виключення – в іншому. Таким чином, необхідні дії здійснюються без вимикача у вигляді окремого елемента в ланцюзі.

При роботі над винаходом необхідно прагнути максимально наблизитися до ідеального результату, значно поліпшити необхідні показники, не погіршивши інших.

Важливим загальнонауковим методом пізнання є **аналогія**.

На практиці використовують в основному чотири види аналогії: пряма, символічна, особиста й фантастична. При прямій аналогії даний об'єкт порівнюють з більш менш подібним з іншої області техніки або живої природи. Наприклад, датчик, що реагує на рухомий об'єкт так само, як око жаби на муху, що пролітає поруч.

**Символічна аналогія** (узагальнена, абстрактна) вимагає формулювання в парадоксальній формі суті явища або поняття. Наприклад, полум'я - видима теплота; міцність - примусова цілісність і т.п.

**Особиста аналогія** є ототожненням себе з досліджуваним об'єктом. Для цього людина, що вирішує завдання повинна вжитися в образ вибраного об'єкту з метою з'ясування виникаючих при цьому відчуттів, тобто «пережити» завдання.

При **фантастичній аналогії** в об'єкт вводять які-небудь фантастичні засоби, що виконують те, що потрібне за умов завдання. Наприклад, «чарівна паличка», «золота рибка» і т.д.

Дослідники й винахідники в своїй практиці давно використовують **фізичну й математичну аналогії**. Абсолютно схожими є, наприклад, структури формул для визначення сили тяжіння  $Ft=rm1m2/r2$  й сили електростатичної взаємодії  $Fe=kq1q2/r2$ . Аналогія лежить в основі фізичного й математичного (АВМ) моделювання.

Така аналогія є базою параметричного структурного методу творчості, заснованої на енергоінформаційних моделях ланцюгів і параметричних структурних схемах. Для опису процесів різної фізичної природи в технічних пристроях оперують величинами, приклади яких приведені в табл.1. Критерії аналогії дозволяють описувати системою аналогічних рівнянь не тільки процеси в ланцюгах різної фізичної природи, але і зв'язувати ці ланцюги між собою за допомогою коефіцієнтів міжланцюгових і внутрішньо ланцюгових фізико-технічних ефектів. Для полегшення використання таких аналогій розроблені спеціальні карти топограм зв'язку величин усередині ланцюга однієї фізичної природи й величин різної фізичної природи.

У науково-технічній творчості обов'язково використовують такий загальнонауковий метод, як аналіз. Широке поширення в творчій діяльності набув, наприклад, морфологічний аналіз, або метод морфологічного ящика, що полягає в систематичному дослідженні всіх мислимих варіантів, що витікають із закономірностей будови (тобто морфології) обраної системи.

Метод передбачає: формулювання завдання, складання списку характерних параметрів (або ознак) об'єкта.

Наприклад, для такої технічної системи, як авторучка, характерними ознаками є: перо або кулька, балон або механізм для наповнення ручки чорнилом і т.п. До таких ознак пред'являють певні вимоги. Вони повинні бути істотними для будь-якого вирішення; незалежними один від одного; охоплюючими всі аспекти завдання; достатньо нечисленними, щоб забезпечити швидке вивчення; складання списку часткових вирішень для кожного параметра або ознаки. Для кожної ознаки записують можливі варіанти. Доцільно при цьому вказати, що іншого параметра немає взагалі, що полегшує вихід до нових, іноді ефективних рішень; визначення функціональної цінності всіх можливих поєднань. На практиці частіше за все використовують морфологічну карту, тобто складають двовісну таблицю, в кожній клітині якої знаходиться один варіант.

Таблиця 1.

Механічна і гідравлічна аналогії узагальнених величин параметрів

Узагальнені величини й параметри	Аналогія	
	механічна	гідравлічна
Дія	Сила $um=F$ [Н]	Різниця тиску
Реакція	Швидкість $Im=v$ [м/с]	Об'ємна швидкість течії
Заряд	Переміщення $Qm=x$ [м]	Об'єм рідини
Імпульс	Імпульс сили $pm=Fdt$ [кг м/с]	Твір маси й швидкості рідини на одиницю площі
Опір	Коефіцієнт в'язкого тертя $Rm=kf psm$ [Н с/м ]	Гідравлічний опір ламинарному потоку
Місткість	Податливість $cm=$ [м/Н]	Твір коефіцієнта об'ємного стиснення й об'єм рідини
Індуктивність	Маса $ám= \beta m$ $smlm$ [кг]	Відношення маси рідини до квадрата перерізу поперечного

На закінчення необхідно вибрати найприйнятніше вирішення, для відбору якого особливих правил немає, але бажано вибирати декілька головних елементів, а інші підбирати так, щоб вони відповідали і усилювали головні елементи. В табл. 1 як приклад наведено морфологічну таблицю для авторучки, що представляє її самі різні властивості.

Найбільш доцільно використовувати морфологічний аналіз при вирішенні конструкторських завдань загального плану, проектуванні машин і пошуку компоновальних або схемних вирішень. Він може застосовуватися для прогнозування розвитку технічних систем, при визначенні можливості патентування оригінальних комбінацій основних параметрів.

Прості й вельми ефективні асоціативні методи активізації творчого мислення, що ґрунтуються на вживанні семантичних властивостей понять. Основними джерелами для генерації ідей служать асоціації, метафори й випадково вибрані поняття, ознаки яких переносяться на обраний об'єкт. До таких методів відносяться методи каталога (Ф. Кунце), фокальних об'єктів (Ч. Вайтінг) і гірлянд випадковостей і асоціацій (Р. Я. Буш). Прикладом вживання останнього методу може служити завдання розширення асортименту стільців меблевої фабрики. Відповідно до методу необхідно: 1) визначити синоніми об'єкту (гірляндою синонімів для слова «стілець» є: стілець-крісло-табурет-пуф-лавка і т. д.); 2) скласти довільний набір випадкових об'єктів (другу гірлянду слів, узятих навмання, наприклад: електролампочка-пратка-карман-кільце-квітка-пляж); 3) утворити комбінації з елементів двох складених гірлянд і шляхом з'єднання кожного синоніма з кожним випадковим об'єктом (стілець з електролампочкою, гратчастий стілець, стілець з кишенями, табурет для кольорів і т. д.); 4) скласти переліки ознак випадкових об'єктів (наприклад, електролампочка: скляна, матова, колбоподібна, з цоколем і т.п.); 5) формування пропозицій шляхом почергового приєднання до обраного об'єкта (і його синонімів) ознак випадково обраних об'єктів. Наприклад, з урахуванням ознак електролампочки, можна одержати: скляний стілець, тепло що



випромінює крісло, колбоподібний пуф, прозоре крісло і т.д.; 6) скласти гірлянди асоціацій з ознак випадкових об'єктів, виявлених на кроці; 7) до елементів гірлянди синонімів обраного об'єкту приєднати елементи гірлянд асоціацій (утворюються нові варіанти: пуф з піни, стілець з пористого матеріалу і т.д.); 8) потім проводять оцінку й вибір раціональних варіантів у відборі оптимального варіанту.

Інтерес представляють також методи психологічної активізації колективної творчої діяльності. Одним з них є «мозкова атака» («мозковий штурм»), запропонована А. Осборном. Для усунення психологічних перешкод, що викликаються, наприклад, боязню критики, процеси генерування ідей і їх критичної оцінки в мозковій атаці розділені в часі і проводяться, як правило, різними групами людей. Перша група тільки висуває різні пропозиції і варіанти рішень без критики. В неї бажано включати людей, схильних до абстрагування, до фантазії. Друга група - це «експерти», що виносять думку про цінність висунутих ідей. В її склад краще включати людей з аналітичним і критичним складом мислення.

У практиці масової технічної творчості використовують також **методику програмного вирішення науково-технічних завдань** (алгоритм рішення завдань винахідництва (АРІЗ)). Поняття «**алгоритм**» має на увазі комплекс послідовно виконуваних дій. Завдання в АРІЗ рекомендують формулювати (в термінах, доступних неспеціалісту) у вигляді небажаного ефекту або головної труднощі, а не мети. Значення процесу вирішення за АРІЗ полягає в тому, щоб після виявлення технічних і фізичних суперечностей усунути їх шляхом цілеспрямованого перебору щодо невеликого числа варіантів.

Вищезазначені методологічні засоби творчого пошуку може використовувати дослідник у різних поєднаннях і послідовностях, але загальну схему вирішення науково-технічних завдань можна представити у вигляді наступних етапів:

- аналіз технічних потреб суспільства й виявлення технічного недоліку;

- аналіз систем завдань і вибір конкретного завдання;
- аналіз технічної системи і розробка її моделі;
- аналіз і формулювання умов технічного завдання;
- аналіз і формулювання умов завдання винахідництва;
- пошук ідеї вирішення (принципу дії); - синтез нового технічного вирішення.

На першому етапі можна використовувати, наприклад, методи прогнозування. Морфологічний аналіз можна використовувати на різних етапах процесу вирішення завдання. АРІЗ включає етапи від аналізу технічної системи до пошуку ідеї вирішення (включно). Наведені тут приклади методичних засобів можуть бути елементами системи досліджень більш високого ієрархічного рівня.

У даний час відомі сотні евристичних методів пошуку вирішення проблемних завдань, але вище розглянуто лише ті методи, що достатньо широко використовуються в творчій діяльності. Кожний фахівець повинен знати ці методи й навчитися використовувати їх у своїй творчій роботі.

## **НАУКОВЕ ДОСЛІДЖЕННЯ. МЕТА, ОБ'ЄКТ І ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ**

**Мета** наукового дослідження – всебічне, достовірне вивчення об'єкта, процесу або явища; їх структури, зв'язків і відносин на основі розроблених у науці принципів і методів пізнання, а також отримання і впровадження у виробництво (практику) корисних для людини результатів.

Будь-яке наукове дослідження має свій об'єкт і предмет. **Об'єктом** наукового дослідження є матеріальна або ідеальна система. **Предмет** – це структура системи, закономірності взаємодії елементів усередині системи і зовні неї, закономірності розвитку, різні властивості, якості тощо.

**Наукові дослідження класифікують** за видами зв'язку з суспільним виробництвом і ступенем важливості для народного господарства; цільовому призначенню; джерелам фінансування й тривалості ведення дослідження.

За видами зв'язку з суспільним виробництвом наукові дослідження підрозділяють на роботи, направлені на створення нових технологічних процесів, машин, конструкцій, підвищення ефективності виробництва, поліпшення умов праці, розвиток особи людини і т.п.

За цільовим призначенням виділяють три види наукових досліджень: фундаментальні, прикладні й розробки.

Фундаментальні дослідження направлені на відкриття й вивчення нових явищ і законів природи, на створення нових принципів дослідження. Їх метою є розширення наукового знання суспільства, встановлення того, що може бути використане в практичній діяльності людини. Такі дослідження ведуться на межі відомого й невідомого, мають найбільший ступінь невизначеності.

Прикладні дослідження направлені на знаходження способів використання законів природи для створення нових і вдосконалення існуючих засобів і способів людської діяльності. Мета – встановлення того, як можна використовувати наукові знання, одержані в результаті фундаментальних досліджень, в практичній діяльності людини.

У результаті прикладних досліджень на основі наукових понять створюються технічні поняття. Прикладні дослідження, в свою чергу, підрозділяються на пошукові, науково-дослідні й дослідно-конструкторські роботи.

Пошукові дослідження направлені на встановлення чинників, що впливають на об'єкт, відшукання шляхів створення нових технологій і техніки на основі способів, запропонованих у результаті фундаментальних досліджень. У результаті науково-дослідних робіт створюють нові технології, дослідні установки, прилади і т.п. Метою дослідно-конструкторських робіт є підбір конструктивних характеристик, що визначають логічну основу конструкції. В

результаті фундаментальних і прикладних досліджень формується нова наукова і науково-технічна інформація. Цілеспрямований процес перетворення такої інформації у форму, придатну для освоєння в промисловості, звичайно називається розробкою. Вона направлена на створення нової техніки, матеріалів, технології або вдосконалення існуючих. Кінцевою метою розробки є підготовка матеріалів прикладних досліджень до упровадження.

За ступенем важливості для народного господарства наукові дослідження підрозділяються на:

- найважливіші роботи, виконувані за спеціальними ухвалами Кабінету Міністрів України;
- роботи, виконувані за планами галузевих міністерств і відомств;
- роботи, виконувані за ініціативою й планами науково-дослідних організацій.

Залежно від джерела фінансування наукові дослідження ділять на держбюджетні й госпдоговірні, та що не фінансуються. Держбюджетні наукові дослідження фінансують із засобів державного бюджету. Госпдоговірні дослідження фінансують організації-замовники на основі господарських договорів.

Такі організації можуть бути як виробничі, так і науково-дослідні.

Дослідження, що не фінансуються, виконують за договорами про співпрацю.

Кожну науково-дослідну роботу можна віднести до певного напрямку. Під науковим напрямом розуміють науку або комплекс наук, в області яких ведуться дослідження. В зв'язку з цим розрізняють: технічні, біологічні, соціальні, фізико-технічні, історичні та інші. напрями з можливою подальшою деталізацією. До технічного напрямку можна віднести дослідження в області технічної термодинаміки; до біологічного напрямку – дослідження в області біохімії або генної інженерії і т.д.

Таким чином, основою наукового напрямку є спеціальна наука або ряд спеціальних наук, що входять до тої або іншої наукової галузі, а також спеціальні методи дослідження й технічні пристрої (наприклад, газотурбобудування і т.д.).

Структурними одиницями наукового напрямку є комплексні проблеми; проблеми, теми й наукові питання. Комплексна проблема є сукупністю проблем, з'єднаних єдиною метою; проблема - це сукупність складних теоретичних і практичних завдань, вирішення яких назріли в суспільстві. З соціальнопсихологічних позицій проблема - це віддзеркалення суперечності між суспільною потребою в знанні й відомими шляхами його отримання, суперечності між знанням й незнанням. Проблема виникає тоді, коли людська практика зустрічає утруднення або навіть натрапляє на «неможливість» у досягненні мети. Проблема може бути глобальною, національною, регіональною, галузевою, міжгалузевою, тобто такою що залежить від масштабу виникаючих завдань. Так, наприклад, проблема охорони природи є глобальною, оскільки її вирішення направлено на задоволення загальнолюдських потреб. Окрім перерахованих розрізняють проблеми загальні й специфічні. До загальних відносять проблеми загальнонаукові, загальнонародні і т.п. Загальнонародні проблеми нашої країни сформовані в «Енергетичній стратегії України на період до 2030 року». До них відносяться: структура споживання й виробництва електроенергії, впровадження мало відхідних і безвідходних, енерго- і матеріалозберігаючих технологічних процесів і систем; забезпечення динамічного й пропорційного розвитку єдиного народногосподарського комплексу країни й ефективна взаємодія всіх його ланок і т.д.

Специфічні проблеми характерні для певних виробництв тієї або іншої промисловості. Так, в автомобільній промисловості такими проблемами є економія палива, створення нових видів пального і т.п.

Тема наукового дослідження є складовою частиною проблеми. В результаті досліджень за темою одержують відповіді на певний круг наукових питань, що охоплюють частину проблеми. Узагальнення результатів відповідей у комплексі тем може дати вирішення наукової проблеми.

Під науковими питаннями звичайно розуміють дрібні наукові завдання, що відносяться до конкретної теми наукового дослідження.

Вибір напрямку, проблеми, теми наукового дослідження і постановка наукових питань є надзвичайно відповідальним завданням. Актуальні напрями і комплексні проблеми досліджень формулюються в директивних документах уряду нашої країни. Напрямок дослідження часто зумовлюється специфікою наукової установи, галуззю науки, де працює дослідник. Тому вибір наукового напрямку для кожного окремого дослідника часто зводиться до вибору галузі науки, в якій він бажає працювати. Конкретизація ж напрямку дослідження є результатом вивчення полягання виробничих запитів, суспільних потреб і полягання досліджень в тому або іншому напрямі на даному відрізку часу. В процесі вивчення полягання і результатів вже проведених досліджень можуть формулюватися ідеї комплексного використання декількох наукових напрямів для вирішення виробничих завдань. Слід при цьому відзначити, що найсприятливіші умови для виконання комплексних досліджень є у вищій школі, в її університетах і політехнічних інститутах, у зв'язку з наявністю в них учбових наукових шкіл, що склалися в різних областях науки й техніки. Вибраний напрям досліджень часто надалі стає стратегією науковця або наукового колективу, іноді на тривалий період.

При виборі проблем і тем наукового дослідження спочатку на основі аналізу суперечностей досліджуваного напрямку формулюють саму проблему і визначають в загальних рисах очікувані результати, потім розробляють структуру проблеми, виділяють теми, питання, призначають виконавців, встановлюють їх актуальність.

При цьому важливо вміти відрізнити псевдопроблеми (помилкові, уявні) від наукових проблем. Найбільша кількість псевдопроблем пов'язана з недостатньою інформованістю науковців, тому іноді виникають проблеми, метою яких виявляються раніше одержані результати. Це приводить до марних витрат праці вчених і засобів. Разом з тим слід зазначити, що іноді при розробці особливо актуальної проблеми доводиться йти на її дублювання з метою залучення до її вирішення різних наукових колективів у порядку конкурсу.

Після обґрунтування проблеми й встановлення її структури визначають теми наукового дослідження, кожна з яких повинна бути актуальною (важливою, потребуючою найшвидшого дозволу), мати наукову новизну, тобто повинна зробити вагомий внесок в науку, бути економічно ефективною для народного господарства. Тому вибір теми повинен базуватися на спеціальному техніко-економічному розрахунку. При розробці теоретичних досліджень вимога економічності іноді замінюється вимогою значущості, що визначає престиж вітчизняної науки.

Кожний науковий колектив (ВУЗ, НДІ, відділ, кафедра) за традиціями, що склалися, має свій науковий профіль, кваліфікацію, компетентність, що сприяє накопиченню досвіду досліджень, підвищенню теоретичного рівня розробок, якості й економічної ефективності, скороченню терміну виконання дослідження. Разом з тим не можна допускати монополію в науці, оскільки це виключає змагання ідей і може понизити ефективність наукових досліджень.

Важливою характеристикою теми є можливість швидкого впровадження одержаних результатів у виробництво. Особливо важливо забезпечити широке впровадження результатів у масштабах, наприклад, галузі, а не тільки на підприємстві замовника. При затримці впровадження або при впровадженні на одному підприємстві ефективність таких тем істотно знижується.

Вибору теми повинно передувати ретельне ознайомлення з вітчизняними й зарубіжними літературними джерелами даної і суміжних спеціальностей.

Істотно спрощується методика вибору тем у науковому колективі, що має наукові традиції (свій профіль) і розробляє комплексну проблему.

При колективній розробці наукових досліджень велику роль набувають критика, дискусії, обговорення проблем і тем. У процесі дискусії виявляються нові, ще не вирішені актуальні завдання різного ступеня важливості й об'єму. Це створює сприятливі умови для участі в науково-дослідній роботі вузу студентів різних курсів. На першому етапі викладачам доцільно доручити студентам підготовку за темою одного-двох рефератів, провести з ними консультації, визначити конкретні завдання. Велике значення для вибору прикладних тем має чітке формулювання завдань замовником (міністерством, об'єднанням і т.д.).

При цьому необхідно мати на увазі, що в процесі наукових розробок можливі й деякі зміни в тематиці на вимогу замовника залежно від виробничої обстановки, що складається.

**Оцінка економічної ефективності теми.** Приведені вище вимоги (критерії), що пред'являються до вибору тем, дозволяють всесторонньо оцінити й встановити придатність їх для даної науково-дослідної організації. Проте в ряді випадків при плануванні тем виникає потреба у виборі найперспективніших, економічно обгрунтованих тем. У цьому випадку оцінку необхідності розробки тем необхідно визначати чисельними критеріями, найпростішим з яких є критерій економічної ефективності  $k_e = E_n / Z_i$ , де  $E_n$  – передбачуваний економічний ефект від упровадження;  $Z_i$  – витрати на наукові дослідження.

Чим більше значення  $k_e$ , тим ефективніша тема й вища її народногосподарська ефективність.

Проте критерій  $k_e$  не враховує обсяг упроваджуваної продукції, період упровадження, тому більш об'єктивним є критерій, обчислюваний за формулою  $k_e = C_2 T / Z_0$ .



Тут  $C_2$  – вартість продукції за рік після освоєння наукового дослідження й впровадження у виробництво;  $T$  – тривалість виробничого впровадження в літах;  $Z_0$  – загальні витрати на виконання наукового дослідження, дослідне й промислове освоєння продукції і річні витрати на її виготовлення за новою технологією.

Економічність є найважливішим критерієм перспективності теми. Проте при оцінюванні крупних тем за цим критерієм потрібна більш загальна оцінка, що враховує інші показники. В цьому випадку часто використовують експертну оцінку, що виконує спеціально підібраний склад висококваліфікованих експертів (звичні від 7 до 15 чоловік). З їх допомогою залежно від специфіки тематики, її напряму або комплексності встановлюють оцінні показники тем. Тему, що одержала максимальну підтримку експертів, вважають найперспективнішою.

**Етапи науково-дослідної роботи.** Науково-дослідну роботу виконують в певній послідовності. Спочатку формулюють саму тему в результаті загального ознайомлення з проблемою, в рамках якої належить виконати дослідження і розробляють основний початковий передплановий документ – техніко-економічне обґрунтування (ТЕО) теми. Тільки за наявності такого обґрунтування можливе подальше планування і фінансування теми замовником. В першому розділі ТЕО теми указують причини розробки (її обґрунтування), приводять короткий літературний огляд, в якому описують вже досягнутий рівень досліджень і раніше одержані результати. Особливу увагу надають ще не вирішеним питанням, обґрунтуванню, актуальності й значущості роботи для галузі і народного господарства країни. Такий огляд дозволяє намітити методи вирішення завдання і етапи дослідження, визначити кінцеву мету виконання теми. Сюди входять патентне опрацювання теми і визначення доцільності закупівлі ліцензій.

На стадії складання ТЕО встановлюють область використання очікуваних результатів НДР, можливість їх практичної реалізації в даній галузі, визначають

передбачуваний (потенційний) економічний ефект за період вживання нової техніки (залежно від тривалості розробки НДР і ДКР, етапів завершення і впровадження окремих питань). Окрім економічного ефекту в ТЕО указують передбачувані соціальні результати (зростання продуктивності праці, якості продукції, підвищення рівня безпеки і виробничої санітарії, забезпечення охорони природи і навколишнього середовища). В результаті складання ТЕО роблять висновок про доцільність і необхідність виконання НДР і ДКР. Техніко-економічне обґрунтування затверджує галузеве міністерство. Після затвердження ТЕО конкретизують мету і завдання дослідження. Складають бібліографічний список вітчизняної і зарубіжної літератури, науково-технічних звітів за темою різних організацій відповідного профілю, складаються анотації літературних джерел і у разі потреби реферати за темою, з'ясовуються явища, процеси, предмети, що повинні охопити конкретне дослідження, а також методи дослідження (експериментальні, теоретичні і т.д.).

Метою теоретичних досліджень є вивчення фізичного суті предмету. В результаті обґрунтовують фізичну модель, розробляють математичні моделі й аналізують одержані таким чином попередні результати.

Перед організацією експериментальних досліджень розробляють завдання, вибирають методику і програму експерименту. Його ефективність істотно залежить від вибору засобів вимірювань. При вирішенні цих завдань необхідно керуватися інструкціями і Гостами.

Затвердені методичні рішення формулюють у вигляді методичних вказівок на проведення експерименту.

Після розробки методик дослідження складають робочий план, в якому вказують обсяг експериментальних робіт, методи, техніку, трудомісткість і терміни.

Після завершення теоретичних і експериментальних досліджень проводять загальний аналіз одержаних результатів, здійснюють зіставлення гіпотези з результатами експерименту. В результаті аналізу розбіжностей

уточнюють теоретичні моделі. У разі потреби проводяться додаткові експерименти. Потім формулюють наукові й виробничі висновки, складають науково-технічний звіт.

Наступним етапом розробки теми є впровадження результатів досліджень у виробництво й визначення їх дійсної економічної ефективності. Впровадження фундаментальних і прикладних наукових досліджень у виробництво здійснюють через розробки, що проводять, як правило, в дослідноконструкторських бюро, проектних організаціях, дослідних заводах і майстернях. Розробки оформлюють у вигляді дослідно-технологічних або дослідноконструкторських робіт, що включають формулювання теми; мету і завдання розробки; вивчення літератури; підготовку до технічного проектування експериментального зразка; технічне проектування (розробка варіантів технічного проекту з розрахунками й розробкою креслень); виготовлення окремих блоків, їх об'єднання в систему; узгодження технічного проекту та його технікоеконімічне обґрунтування. Після цього виконують робоче проектування (детальне опрацювання проекту); виготовляють дослідний зразок; здійснюють його випробування, доведення й регулювання; стендові і виробничі випробування. Після цього здійснюють доробку дослідного зразка (аналіз виробничих випробувань, переробка й заміна окремих вузлів).

Успішне виконання перерахованих етапів роботи дає можливість представити зразок до державних випробувань, в результаті яких зразок запускають в серійне виробництво. Розробники при цьому здійснюють контроль і дають консультації.

Впровадження завершується оформленням акту економічної ефективності результатів дослідження.

## КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Дайте визначення науці.
2. Мета і завдання дисципліни.
3. Зміст курсу й зв'язок з іншими дисциплінами.
4. Класифікація наук.
5. Троїстий характер структури наукового знання.
6. Два аспекти в розвитку природи: в елементах (дискретні види матерії); у цілому.
7. Методологічні принципи побудови класифікаційної схеми: принцип субординації; принцип об'єктивності; принцип розвитку.
8. Базисні науки й надбудови. Інтеграція й диференціація наук.
9. Елементи науки.
10. Знання й пізнання.
11. Почуттєве й раціональне пізнання.
12. Визначення понять. Судження. Умовивід. Мислення. Наукова ідея.

Гіпотеза. Закон. Парадокс. Теорія. Аксиома (постулат).

13. Методологія.
14. Методи дослідження.
15. Метод і методика.
16. Загальні, загальнонаукові й спеціальні методи.
17. Спостереження, порівняння, рахунок, вимір, експеримент, узагальнення, абстрагування, формалізація, аналіз і синтез, індукція й дедукція, моделювання, ідеалізація, ранжирування.
18. Аксиоматичний, гіпотетичний, історичний і системний методи.
19. Рівні наукового пізнання: емпіричний; експериментальнотеоретичний; теоретичний; метатеоретичний.

20. Наукове дослідження.
21. Мета наукового дослідження.
22. Об'єкт і предмет дослідження.
23. Класифікація наукових досліджень.
24. Наукове направлення.
25. Комплексна проблема, проблема, тема, наукові запитання (завдання).
26. Оцінка доцільності проведення дослідження.
27. Етапи науково-дослідної роботи.
28. Елементи методології технічної творчості.
29. Творчий процес.
30. Творчий акт.
31. Інсайт.
32. Інтуїція.
33. Уява.
34. Мотивація.
35. Рівні творчості. Відкриття, винахід, раціоналізаторська пропозиція.
36. Характеристики творчої особистості.
37. Технологія технічної творчості.
38. Робота з літературними джерелами.
39. Переформулювання вихідного завдання.
40. Науковий реферат.
41. Стратегії пошуку рішень: жорстко фіксована; циклічна; гнучка.
42. Упорядкований пошук, вартісний аналіз.
43. Технологія "відкритого сейфа", технологія збільшень. Тактика пошуку рішень.
44. Формування ідей.

45. Методи генерування ідей: інверсії, аналогії, асоціації, фокальних об'єктів, гірлянд випадків, аналіз і синтез.
46. Методи морфологічного й функціонального аналізу.
47. Методи колективного генерування ідей.
48. Модель і моделювання в науковому дослідженні.
49. Теорії аналогії, подібностей і розмірностей.
50. Теореми подібностей.
51. Критерії подібностей.
52. Визначення моделі і моделювання.
53. Класифікація моделей.
54. Імітаційне моделювання. Визначення імітаційної моделі.
55. Математична структура імітаційної моделі. Параметри і перемінні.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гайдучок В. М., Затхей Б. І., Лінник М. К. Теорія і технологія наукових досліджень : навчальний посібник. Львів : Афіша, 2019. 232 с.
2. Клименко М. О., Фещенко В. П., Вознюк Н. М. Основи та методологія наукових досліджень : навч. посібник. Київ : Аграрна освіта, 2018. 351 с.
3. Стрелкова Г. Г., Федосенко М. М., Замулько А. І., Іщенко О. С. Основи наукових досліджень : навчальний посібник. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 120 с. URL: <https://ela.kpi.ua/bitstreams/d1ae877a-3fc0-4875-8846-7c193b8dd727/download>.
4. Тверезовська Н. Т., Сидоренко В. К. Методологія педагогічного дослідження : навчальний посібник. Київ : Центр учбової літератури. 2020. 440 с.
5. Швець С. В., Швець У. С. Основи системного аналізу : навчальний посібник. Суми : Сумський державний університет, 2017. 126 с.
6. Шейко В. М., Кушнарєнко Н.М. Організація та методика науководослідницької діяльності : підручник. Київ : Знання-прес, 2003. 295 с.





Навчальне видання

# ТЕОРІЯ І ТЕХНОЛОГІЯ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Конспект лекцій

Укладачі: **Садовий** Олексій Степанович  
**Суковіцина** Ірина Миколаївна

Формат 60×84 1/16. Ум. друк. арк. 3,6.

Тираж 20 прим. Зам. № \_\_

Надруковано у видавничому відділі  
Миколаївського національного аграрного університету  
54020, м. Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе, 9

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4490 від 20.02.2013 р.