

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ПОЛТАВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА**

**В.І. Бредун**

**МЕТОДОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

**Навчально-методичний посібник**

для студентів спеціальностей 101 «Екологія» і 183 «Технології захисту  
навколишнього середовища» денної форми навчання

**Полтава 2018**

**Рецензенти:**

- В.М. Чебенко, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри безпеки життєдіяльності Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського;
- О.В. Степова, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри ПЕіП ПолтНТУ імені Юрія Кондратюка.

Рекомендовано до друку  
науково-методичною радою  
Полтавського національного технічного  
університету імені Юрія Кондратюка  
Протокол № 5 від 5.07.2017 р.

**Бредун В.І., к.т.н., доцент.**

Методологія та організація наукових досліджень: навчально-методичний посібник для студентів спеціальностей 101 «Екологія» і 183 «Технології захисту навколишнього середовища» денної форми навчання. – Полтава: ПолтНТУ, 2018. – 116 с.

Посібник складається з конспекту лекцій, методичних вказівок щодо виконання практичних занять та самостійної роботи, переліку питань для проведення підсумкового контролю знань.

У посібнику розглядаються загальні методи теоретичних та експериментальних досліджень, специфічні методи проведення екологічних досліджень, методи обробки експериментальних даних, правила написання наукових робіт, форми і способи апробації результатів дослідження.

Основною метою є засвоєння студентами принципів організації науково-дослідницької роботи, методів проведення досліджень, їх особливостей та сфер застосування, правил і методів обробки й аналізу отриманої інформації, формування вміння постановки завдання та планування дослідження, оформлення й оприлюднення його результатів.

Навчально-методичний посібник призначено для студентів, що навчаються за спеціальностями «Екологія» та «Технології захисту навколишнього середовища» освітнього ступеня «магістр».

## ЗМІСТ

1. Конспект лекцій.....	6
Розділ 1.1. Поняття наукового дослідження. Вимоги до наукового дослідження. Види наукових досліджень.....	7
1.1.1. Наука як система знань. Наукознавство та його основні розділи. Поняття, зміст, мета і функції науки.....	7
1.1.2. Форми організації та управління наукою в Україні.....	11
1.1.3. Наукове дослідження. Ознаки, етапи, структура.....	12
Розділ 1.2. Методологічні підходи в науковому дослідженні.....	15
1.2.1. Логіка та методологія наукового дослідження.....	15
1.2.2. Системний підхід .....	18
1.2.3. Синергетичний підхід.....	21
Розділ 1.3. Методи теоретичного дослідження.....	24
1.3.1. Сутність, мета, завдання теоретичних досліджень.....	24
1.3.2. Загальнонаукові теоретичні методи.....	25
Розділ 1.4. Експериментальні дослідження. Інформаційне забезпечення наукових досліджень.....	34
1.4.1. Сутність, мета, функції наукового експерименту.....	34
1.4.2. Класифікація експериментів.....	35
1.4.3. Методологія експериментальних досліджень.....	37
1.4.4. Загальні вимоги до проведення експерименту.....	39
1.4.5. Типові помилки в проведенні експерименту.....	40
1.4.6. Види джерел інформації.....	40
1.4.7. Пошук необхідної інформації, порядок її обробки та групування.....	42
Розділ 1.5. Моделювання у наукових дослідженнях.....	44
1.5.1. Поняття моделювання. Використання математичних методів у дослідженнях.....	44
1.5.2. Структура та рівні модельного дослідження.....	46
1.5.3. Класифікація моделей.....	48
1.5.4. Методи моделювання систем.....	49
1.5.5. Елементи теорії планування експерименту.....	52
Розділ 1.6. Характеристика методів екологічних досліджень.....	52
1.6.1. Загальна класифікація методів екологічних досліджень.....	52
1.6.2. Географічний опис.....	54
1.6.3. Космічний метод.....	55
1.6.4. Геохімічний метод.....	56
1.6.5. Прогнозні методи.....	58
1.6.6. Метод геоінформаційних систем.....	60
1.6.7. Дистанційні методи дослідження навколишнього середовища..	60
1.6.7.1. Дистанційні методи вивчення забруднення атмосфери.....	60
1.6.7.2. Дистанційне вивчення водного середовища.....	61

1.6.7.3. Дистанційні методи дослідження суші.....	61
1.6.8. Методи біоіндикації .....	62
1.6.8.1. Індикація кліматичних факторів.....	63
1.6.8.2. Ландшафтна індикація.....	63
1.6.8.3. Гідроіндикація.....	64
1.6.8.4. Фітомоніторинг клімату.....	65
1.6.8.5. Фітомоніторинг забруднення атмосфери.....	65
Розділ 1.7. Обробка результатів експериментальних досліджень.....	66
1.7.1. Похибки в експериментальних дослідженнях.....	66
1.7.2. Основи теорії випадкових помилок та методів оцінювання випадкових похибок у вимірюваннях.....	68
1.7.3. Методи графічної обробки результатів експерименту.....	72
1.7.4. Аналітична обробка результатів експерименту.....	74
Розділ 1.8. Організація дослідницької діяльності. Обґрунтування актуальності й визначення теми, мети, завдання дослідження.....	76
1.8.1. Основні принципи раціональної організації наукової діяльності.....	76
1.8.2. Структура наукового дослідження. Поняття актуальності дослідження та визначення ступеня його наукового розроблення.....	79
1.8.3. Визначення об'єкта, предмета, теми, мети, завдань дослідження.....	80
Розділ 1.9. Відображення результатів наукового дослідження.....	85
1.9.1. Зміст наукової роботи.....	85
1.9.2. Літературна обробка тексту.....	87
1.9.3. Оформлення наукової роботи.....	89
2. Методичні вказівки до практичних занять.....	95
2.1. Практичне заняття № 1. Поняття «методологія», «метод», «прийом» у науковому дослідженні. Типологія методів дослідження.	96
2.2. Практичне заняття № 2. Теоретичні методи дослідження.....	96
2.3. Практичне заняття № 3. Емпіричні методи наукового дослідження.....	97
2.4. Практичне заняття № 4. Моделювання у наукових дослідженнях.	98
2.5. Практичне заняття № 5. Математична обробка результатів досліджень.....	98
2.6. Практичне заняття № 6. Особливості проведення екологічних досліджень.....	101
2.7. Практичне заняття № 7. Структура дослідження: обґрунтування актуальності й визначення об'єкта та предмета дослідження, його мети, завдання.....	103
2.8. Практичне заняття № 8. Відображення результатів наукового дослідження.....	104
3. Методичні вказівки до самостійної роботи.....	110
3.1. Мета та форми самостійної роботи.....	111

3.2. Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка конспектів...	111
3.3. Підготовка до практичних занять, виконання домашніх індивідуальних занять.....	112
3.4. Презентація результатів роботи.....	112
3.5. Підготовка до модульного контролю.....	112
4. Питання для підготовки до підсумкового контролю.....	113
Список рекомендованої літератури.....	116

## **1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

## Розділ 1.1

### ПОНЯТТЯ НАУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ. ВИМОГИ ДО НАУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ. ВИДИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 1.1.1. Наука як система знань. Наукознавство та його основні розділи. Поняття, зміст, мета і функції науки

*Предметом науки є самі знання, їх генезис, способи отримання і практичного застосування.*

Виникнення науки в Європі сягає VI–V століття до н.е. Одним з головних ареалів її виникнення була Давня Греція. Соціально-економічні, культурні, духовні умови, що склалися у містах-державах, сприяли руйнуванню міфологічних систем. Рівень розвитку виробництва, соціально-економічних відносин спричинив розділення розумової та фізичної праці. Окремі елементи наукових знань існували й раніше, але вони мали розрізнений характер.

Функції науки змінювалися й розвивалися протягом історії людства, як і сама людина.

Можна виділити три *групи соціальних функцій науки*:

- культурно-світоглядна;
- функція науки як безпосередньої виробничої сили;
- функція науки як соціальної сили.

У різні епохи ці функції були представлені по-різному, наприклад, у Середньовіччі культурно-світоглядні проблеми в суспільстві обговорювалися у теології. В епоху Відродження право формування світогляду значною мірою стала відвойовувати наука. Для сучасного виробництва характерним є широке застосування наукових знань.

Складність науки обумовила розмаїтість визначень її предмета. Вихідною основою розуміння науки є сама наукова діяльність, наукова творчість, а також вивчення загальних та специфічних законів природи і суспільства.

Поняття «наука» формується на основі єдиного гносеологічного й соціологічного підходу до розкриття її природи.

*Наука – це сфера дослідницької діяльності, що спрямована на виробництво нових знань про природу, суспільство і процеси мислення.*

Вона містить у собі всі умови і моменти цього виробництва, а саме: учених з їх знаннями і здібностями, кваліфікацією і досвідом, з поділом і кооперацією наукової праці, наукові установи, експериментальне й лабораторне устаткування, методи науково-дослідної роботи, поняття і категоріальний апарат, систему наукової інформації, а також усю суму знань, які виступають як попередні посилання або засоби чи результати наукового пізнання.

В історії людства відбувалися зміни щодо «спокійних» і революційних періодів розвитку науки, яка знаходилася в єдиному потоці процесів, що відбувалися та відбуваються в суспільстві. Тому слід підкреслити, що

наука, її історія не можуть бути відокремленими від розвитку суспільства в цілому.

Наука характеризується своєю багатогранністю, тому визначення і тлумачення поняття «наука» розглядатися з різних аспектів:

1) наука є соціально значущою сферою людської діяльності, функцією якої є вироблення й використання теоретично систематизованих об'єктивних знань про дійсність;

2) наука виступає системою знань, тому що вона являє собою струнку систему понять і категорій, пов'язаних між собою за допомогою суджень (міркувань) та умовиводів;

3) наука також виступає і як форма суспільної свідомості: як система знань вона охоплює не тільки фактичні дані про предмети навколишнього світу, людської думки й дії, не лише закони та принципи вивчення об'єктів, а й певні форми та способи усвідомлення їх;

4) нарешті, наука виступає складовою частиною духовної культури людства, оскільки вона бере участь у формуванні й вихованні особистості.

*Функція науки* – виробництво і використання систематизованих об'єктивних знань про дійсність. Тобто пізнання об'єктивного світу, щоб його вивчати з метою можливого вдосконалення.

У розвиненому суспільстві важливою функцією науки є розвиток системи знань, які сприяють найраціональнішій організації виробничих відносин та використанню виробничих сил в інтересах усіх членів суспільства. Наука виконує ряд конкретних функцій:

- *пізнавальну* – задоволення потреб людей у пізнанні законів природи і суспільства;

- *культурно-виховну* – розвиток культури, гуманізація виховання та формування нової людини;

- *практичну* – удосконалення виробництва і системи суспільних відносин, тобто безпосередньої виробничої сили матеріального виробництва.

*Об'єктом науки* є пов'язані між собою форми руху матерії та особливості їх відображення у свідомості людей. На його основі визначають існування багатьох галузей знань, які об'єднуються у три великі блоки наук:

- логіко-математичні;

- природничі (фізика, хімія, біологія та ін.);

- суспільно-гуманітарні (економічні, історичні, філологічні та ін.).

Важливою рисою науки є її активний пошуковий характер. Вона повинна постійно змінюватися і розвиватися, знаходити нові рішення, результати. Це досягається завдяки науковій діяльності.

*Наукова діяльність* – це інтелектуальна творча діяльність, спрямована на одержання і використання нових знань. Її формами є:

- фундаментальна (теоретична) наука;

- прикладна наука;

- наукознавство.

Поділ наук на фундаментальні та прикладні є досить умовним. Це пояснюється тим, що *фундаментальні науки* є більш віддаленими від застосування їх результатів на практиці, оскільки вони займаються пошуком і відкриттям нових закономірностей, законів (наприклад, економічна теорія). *Прикладні науки* більше пов'язані з практикою, особливо виробництвом, оскільки їх метою є розроблення способів упровадження висновків фундаментальної науки (наприклад, облік, аналіз і аудит).

Зростаючі витрати на наукові дослідження, перетворення науки у безпосередньо виробничу діяльність викликали підвищений інтерес до вивчення самої науки, що зумовило формування нової науки – науки про науку, що одержала назву «наукознавство».

*Наукознавство* – це одна з галузей досліджень, яка вивчає закономірності функціонування та розвитку науки, структуру і динаміку наукової діяльності, взаємодію науки з іншими соціальними інститутами та сферами матеріального і духовного життя людства.

Наукознавство, як і будь-яка інша галузь знання, виконує функції, пов'язані з одержанням та накопиченням матеріалів, фактів, їх систематизацією і теоретичним узагальненням, прогнозуванням і розробкою практичних рекомендацій. Розділи наукознавства наведені у табл. 1.

Таблиця 1

Розділи наукознавства та їх характеристика

№ з/п	Розділ наукознавства	Характеристика
1	2	3
1	Загальна теорія науки	Розроблення концепції теорії науки, основних напрямів її розвитку та методології
2	Історія науки	Дослідження генезису динамічного процесу накопичення наукових знань, установлення закономірностей розвитку науки
3	Соціологія науки	Аналіз взаємодії науки і суспільства у різних соціально-економічних формаціях, дослідження соціальних функцій науки та відносин людей у процесі наукових досліджень
4	Економіка науки	Вивчення економічних особливостей розвитку і використання науки, критерії економічної ефективності наукових досліджень
5	Теорія наукового прогнозування планування й управління науковими дослідженнями	Розроблення стратегії науки, планування її матеріального забезпечення, організація управління науковими дослідженнями

## Продовження таблиці 1

6	Політика і наука	Визначення напрямів розвитку науки з урахуванням об'єктивних умов та потреб економіки і загальної політики держави
7	Методологія науки	Дослідження системи методів, складання моделей наукової діяльності й окремих її видів
8	Наукова організація праці, психологія, етика й естетика наукової діяльності	Розроблення систем наукової організації праці вчених, дослідження психологічних, етичних та інших факторів наукової діяльності (наприклад, інтереси, емоції, інтуїція, уявлення, індивідуальні особливості вченого)
9	Наука і право	Дослідження нормативного забезпечення взаємовідносин наукових колективів між собою, працюючих у них людей, розроблення системи законів про науку
10	Мова науки	Створення міжнародних та національних систем понять і термінології, стильових особливостей викладення результатів наукових досліджень
11	Класифікація наук	Розроблення міжнародної та національної систем наук

У змісті науки важливе місце відводиться її класифікації. Вищою атестаційною комісією України затверджено класифікацію наук (див. табл. 2).

Таблиця 2

## Загальна класифікація наук в Україні

1. Фізико-математичні науки	14. Медичні науки
2. Хімічні науки	15. Фармацевтичні науки
3. Біологічні науки	16. Ветеринарні науки
4. Геологічні науки	17. Мистецтвознавство
5. Технічні науки	18. Архітектура
6. Сільськогосподарські науки	19. Психологічні науки
7. Історичні науки	20. Військові науки
8. Економічні науки	21. Національна безпека
9. Філософські науки	22. Соціологічні науки
10. Філологічні науки	23. Політичні науки
11. Географічні науки	24. Фізичне виховання та спорт
12. Юридичні науки	25. Державне управління
13. Педагогічні науки	

### **1.1.2. Форми організації та управління наукою в Україні**

Наука має складну ієрархічну систему структурних підрозділів, що забезпечують виконання її внутрішніх і соціальних функцій. У рамках зазначених організаційних форм науки здійснюються функції, пов'язані з керуванням науковою діяльністю.

Організація наукової діяльності в Україні складається з таких установ:

1) Міністерство освіти і науки України – займається організацією, координацією та фінансуванням науки в Україні. Разом з науковими установами визначає напрям розвитку наукових досліджень та використання їх у народному господарстві;

2) Національна академія наук України – вища наукова організація України, яка організовує і здійснює фундаментальні та прикладні дослідження з найважливіших проблем природничих, технічних і гуманітарних наук, а також координує здійснення фундаментальних досліджень у наукових установах та організаціях незалежно від форм власності. НАН складається з відділень відповідних галузей науки, які об'єднуються у науково-дослідні інститути (НДІ). Зокрема відділення суспільних наук включає економічні науки (НДІ економіки). Крім галузевих, виділяють територіальні відділення (Донецьке, Західне, Південне, Київське та ін.) і територіальні філіали. НАН разом з галузевими академіями виконує замовлення органів державної влади стосовно розроблення засад державної наукової та науково-технічної політики, проведення наукової експертизи проектів державних рішень і програм;

3) державні галузеві академії наук – державні спеціалізовані наукові установи, що координують, організовують і виконують дослідження у відповідних галузях науки й техніки. До них належать Українська академія аграрних наук, Академія медичних наук України, Академія педагогічних наук України, Академія правових наук України, Академія мистецтв України. Аналогічно до НАН вони складаються з НДІ різного профілю відповідно до галузі науки;

4) громадські спеціалізовані академії – наукові установи, що об'єднують учених на громадських засадах за профілем їх наукової діяльності. До них, зокрема, належать Українська міжнародна академія оригінальних ідей, Академія інженерних наук, Українська технологічна академія;

5) відомчі галузеві академії – галузеві НДІ, що підпорядковані міністерствам і відомствам. Наприклад, Міністерству економіки та європейської інтеграції підвідомчий НДІ економіки, Міністерству фінансів України – НДІ фінансів, Держкомстату України – НДІ статистики;

6) наукові товариства – громадські спеціалізовані організації;

7) вищі навчальні заклади – університети, академії, інститути, що мають спеціальні підрозділи, які займаються науково-дослідною роботою за рахунок бюджетних і госпрозрахункових коштів. Дослідження виконуються науковими та науково-педагогічними працівниками, докторантами,

аспірантами, студентами із залученням учених. Їх тематика формується з профілем ВНЗ, його факультетів і кафедр.

### **1.1.3. Наукове дослідження. Ознаки, етапи, структура**

Формою розвитку науки є наукове дослідження, тобто цілеспрямоване вивчення за допомогою наукових методів явищ і процесів, аналіз впливу на них різних факторів, а також вивчення взаємодії між явищами з метою отримання переконливо доведених та корисних для науки і практики рішень. Наукове дослідження є основною формою здійснення й розвитку науки.

*Наукове дослідження* – це особлива форма процесу пізнання, систематичне, цілеспрямоване вивчення об'єктів, у якому використовуються засоби і методи науки та яке завершується формування знання про досліджуваній об'єкт.

Наукове дослідження – це складний і багатогранний процес, у котрому поєднуються організаційні, технічні, економічні, правові та психологічні аспекти. Дослідження різняться за цільовим призначенням, джерелами фінансування і термінами проведення, вони потребують різноманітного технічного, програмного, інформаційного та методичного забезпечення. Однак усім їм притаманні спільні методологічні підходи й універсальні послідовні процедури.

У процесі наукового дослідження виділяють такі складові елементи: виникнення ідеї, формулювання теми; формування мети та завдань дослідження; висунення гіпотези, теоретичні дослідження; проведення експерименту, узагальнення наукових фактів і результатів; аналіз та оформлення наукових досліджень; упровадження та визначення ефективності наукових досліджень.

Але в науці недостатньо встановити будь-який науковий факт. Важливим є пояснення його з позиції науки, обґрунтування загальнопізнавального, теоретичного та практичного його значення. Накопичення наукових фактів у процесі досліджень є творчим процесом, в основі якого завжди лежить задум ученого, його ідея. Наукове пізнання – дуже трудомісткий і складний процес, який потребує постійного високого напруження, праці з натхненням. Воно прирівнюється до подвигу й потребує максимального напруження енергії людини, її мислення і дій, інакше воно перетворюється в ремісництво та ніколи не дасть нічого суттєвого.

Наукове дослідження має етапи: *організаційний, дослідний, узагальнення, апробація, реалізація результатів дослідження.*

1. *Організаційний етап.* Організація наукового дослідження передбачає вивчення стану об'єкта дослідження, конкретизацію місця наукової теми в науковому дослідженні; визначення об'єкта дослідження.

На цьому етапі відбувається попереднє визначення теоретичної бази (теоретичні основи, що є базою для наукового дослідження, розгляд історії, оцінювання сучасного стану проблеми, збір і підбір інформації про об'єкт,

висування й обґрунтування гіпотез).

Організаційно-методична підготовка наукового дослідження передбачає складання: програми наукового дослідження, техніко-економічного обґрунтування (відображення найважливіших показників наукової роботи), плану дослідження теми, методики дослідження (перелік методів і прийомів, які будуть використовуватися в науковому дослідженні, висування гіпотез та їх узагальнення), робочого плану (складається відповідно до програми і плану наукового дослідження, указуються календарні строки, етапи робіт тощо).

2. *Дослідний етап* включає в себе спостереження, обстеження, вибираються критерії оцінювання, здійснюється збирання та групування інформації за допомогою сучасних інформаційних технологій.

Власне виконання дослідження передбачає доведення гіпотез, формулювання висновків і пропозицій, науковий експеримент, коригування попередніх результатів, оприлюднення проміжних результатів – на конференціях, у статтях, доповідях.

Створення нової інформації полягає у проведенні спостережень і виборі оціночних критеріїв, досліджуваних економічних процесів, а також збереженні та групуванні інформації. При цьому передбачається вивчення технологічних процесів, застосування прогресивних засобів виробництва (автоматизованих ліній, верстатів із програмним управлінням тощо), економічних видів сировини, використання досягнень технічного прогресу в управлінні виробництвом, упровадженні новітніх методів і технічних засобів у плануванні, обліку й контролі виробничої та фінансово-господарської діяльності підприємств, корпорацій, галузі. Це дає змогу виявити позитивні й негативні фактори, що впливають на функціонування об'єкта дослідження, і визначити, за якими критеріями їх вимірювати.

Для характеристики досліджуваних процесів, виявлення закономірності й тенденцій їх розвитку збирають і групують інформацію для наступного перетворення її відповідно до мети дослідження.

Перетворення інформації на ПЕОМ проводиться згідно з методикою дослідження. Для цього використовують ділові (конторські) та професійні ПЕОМ.

3. *Етап узагальнення, апробації й реалізації результатів дослідження* складається з узагальнення результатів дослідження; апробації; реалізації його результатів.

Дослідна і завершальна стадія науково-дослідного процесу є взаємно обумовленим ланцюгом інтелектуальної діяльності у сфері науки.

Узагальнення результатів дослідження – літературний виклад результатів дослідження у вигляді звіту про виконану науково-дослідну роботу (НДР), дисертації, студентської науково-дослідної роботи й інших форм подання завершеної наукової продукції. При цьому визначають призначення

продукту інтелектуальної праці та напрями її використання. Якість виконаної роботи визначають апробацією.

4. *Апробація* включає в себе колективне обговорення виконаного дослідження на засіданнях науково-технічних рад, його рецензування й експертизу, оприлюднення кінцевих результатів у спеціальних журналах, реферативних збірниках, а також у виступах дослідників з доповідями і повідомленнями на науково-практичних конференціях, симпозіумах, семінарах. Крім того, результати дослідження апробуються зовнішнім рецензуванням, коли рецензентом виступає стороння установа, підрозділ або вчений, який не входить до штату підрозділу-дослідника, або внутрішнім, виконаним співробітниками підрозділу-дослідника, котрі не зайняті виконанням робіт за цією темою.

5. *Реалізація результатів дослідження* здійснюється дослідним упровадженням їх у практику за участю замовника теми. При цьому виявляються недоробки, які потім усуваються дослідником, коригується звіт про НДР, дисертація, оприлюднюються кінцеві результати дослідження. Реалізація результатів дослідження завершується складанням акта впровадження за участю представників дослідника і замовника, а також здійсненням авторського нагляду за виробничим упровадженням результатів науково-технічних досліджень, захистом дисертації.

Дослідна й завершальна стадії науково-дослідного процесу є взаємно обумовленим ланцюгом інтелектуальної діяльності у сфері науки.

Отже, процес наукового дослідження достатньо тривалий і складний. Він починається з виникнення ідеї, а завершується доведенням правильності гіпотези та суджень.

Суттєвими пізнавальними елементами науки є:

- наукові ідеї;
- гіпотези;
- факти;
- засоби матеріалізації наукових ідей (книги, карти, графіки, креслення, таблиці);
- методики і відповідні матеріальні засоби спостереження у процесі проведення експерименту;
- методи фіксації результатів дослідження тощо.

Символічні засоби науки утворюються за допомогою наукової термінології, системи мір, наукової символіки, різноманітних форм «технічної мови» (графіки, таблиці тощо).

Наука як система знань має специфічну структуру і включає різні *складові*:

– наукові закони як відображення світу, його логіки. Є головним елементом науки та являє собою філософську категорію, що відображає істотні, загальні, необхідні, стійкі, повторювані відношення й залежності між

предметами і явищами об'єктивної дійсності, що впливають з їхньої сутності. Як суттєве відношення науковий закон здійснюється через сукупність одиничних, випадкових, мінливих, неповторюваних відношень, виступає як принцип організації та функціонування речей;

– науковий факт як основа для висновків і узагальнень. Є складовим елементом наукового знання, віддзеркаленням об'єктивних властивостей речей та процесів. На підставі наукових фактів визначаються закономірності явищ, будуються теорії та виводяться закони. Наукові факти характеризуються такими властивостями, як новизна, точність, об'єктивність і достовірність. Новизна наукового факту свідчить про принципово новий, невідомий до цього часу предмет, явище або процес;

– категорії як найбільш загальні поняття. Є важливим структурним елементом будь-якої науки, що відображає особливості предмета, змісту і методу науки;

– принципи (постулати, правила) як база для дотримання й узагальнення.

У науці розрізняють також такі елементи, як принципи, постулати, правила. Принцип – основне вихідне положення теорії, вчення, науки, світогляду. Якщо в основі теорії, як правило, лежить одна наукова ідея, то принципів, що її виражають, може бути кілька (наприклад, у теорії навчання: принципи наочності, свідомості, активності, систематичності, послідовності та ін.). Постулат – вихідне положення, твердження, котре при побудові наукової теорії приймається без доведення. Правило – умова, якої необхідно дотримуватися, виконуючи якусь дію;

– теорія як система знань. Усі елементи науки систематизуються в теорії. Теорія – система знань, що описує і пояснює сукупність явищ певної частки дійсності та зводить відкриті в цій галузі закони до єдиного об'єднувального початку (витоку). Теорія будується на результатах, отриманих на емпіричному рівні досліджень. У теорії ці результати впорядковуються, вписуються у струнку систему, об'єднану загальною ідеєю, уточнюються на основі введених до теорії абстракцій, ідеалізацій і принципів. Теорія має бути евристичною, конструктивною та простою.

## Розділ 1.2

### МЕТОДОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ В НАУКОВОМУ ДОСЛІДЖЕННІ

#### 1.2.1. Логіка та методологія наукового дослідження

Основою розроблення кожного наукового дослідження є сукупність пізнавальних засобів, методів, прийомів і певна їх послідовність.

*Метод* (від грец. *methodos* – спосіб, метод, шлях) – у найбільш зага-

льному випадку означає спосіб досягнення мети, певним чином впорядкована діяльність.

*Науковий метод* – це спосіб пізнання явищ дійсності, їх взаємозв'язку і розвитку.

Метод як засіб пізнання є способом відтворення в мисленні досліджуваного предмета. Аналізом та вивченням наукових методів займається методологія науки.

З одного боку, методологію розуміють як певну систему методів, які застосовуються в процесі пізнання в межах тієї або іншої науки, тобто методологія розглядається як частина конкретної науки.

З іншого боку, методологія виступає як сукупність основних філософських положень, які відображають первинні гносеологічні концепції формування й аналізу наукового знання. У цьому визначенні підкреслюється філософський характер розуміння методології. У загальному плані розрізняють філософську і спеціально-наукову методологію.

*Методологія* – це вчення про правила мислення при створенні науки, проведенні наукових досліджень. Під методологією науки переважно розуміють учення про науковий метод пізнання або систему наукових принципів, на основі яких базується дослідження та здійснюється вибір засобів, прийомів і методів пізнання. Існує й інший, більш вузький погляд на методологію науки, коли вона розглядається як теоретична основа деяких спеціальних часткових прийомів і засобів наукового пізнання, наприклад методологія управління, методологія ціноутворення тощо, але в цьому разі доцільніше говорити про методіку пізнання та дій.

*Методологічна основа* – це науковий фундамент, з позиції якого дається пояснення основних наукових явищ і розкриваються їх закономірності. Під методологічною основою наукового дослідження треба розуміти основні вихідні положення, на яких воно базується. Методологічні основи науки завжди існують поза нею та не виводяться із самого дослідження.

Необхідно також зазначити, що результати наукової і практичної діяльності людей залежать не лише від того, хто діє (суб'єкт пізнання) або на що спрямована пізнавальна діяльність (об'єкт пізнання), а й від того, якими способами, прийомами і засобами здійснюється пізнавальний процес. Мова йде про розв'язання проблеми методу наукового пізнання або дослідження, котра завжди була і є в центрі уваги науковців.

Важливу роль методу в науковому дослідженні підкреслювало багато видатних учених. Зокрема, російський фізіолог І.П. Павлов (1849 – 1936 рр.) зазначав: «Метод – найперша основна річ. Від методу, від способу дії залежить уся серйозність дослідника. Уся справа в гарному методі. При гарному методі і не дуже талановита людина може зробити багато. А при поганому методі й геніальна людина буде працювати марно і не отримає цінних, точних даних».

Поняття «метод» у широкому розумінні означає «шлях до чогось» або

спосіб діяльності суб'єкта в будь-якій її формі. Інакше кажучи, метод – це спосіб, шлях пізнання і практичного перетворення реальної дійсності, система прийомів і принципів, що регулюють практичну й пізнавальну діяльність людей (суб'єктів). Отже, метод зводиться до сукупності визначених правил, прийомів, способів і норм пізнання та дії. Це визначена система приписів, принципів, вимог, яка повинна орієнтувати суб'єкт пізнання на розв'язання конкретного науково-практичного завдання для досягнення певного результату в тій чи іншій сфері людської діяльності. Г. Гегель зазначав, що метод є засобом, через який суб'єкт співвідноситься з об'єктом дослідження.

У процесі наукового дослідження необхідно розуміти також поняття *«методика наукового пізнання»*, котре виражає певну послідовність розв'язання конкретного наукового і практичного завдання, а також сукупність та порядок застосування відповідних методів дослідження. У цілому, методика дослідження – це сукупність прийомів і способів дослідження, включаючи техніку і різноманітні операції з фактичним (емпіричним) матеріалом.

Методологія як учення про систему наукових принципів, форм і способів дослідницької діяльності має чотирирівневу структуру, зокрема: фундаментальні, загальнонаукові, конкретно-наукові принципи, конкретні методи, що використовуються для розв'язання спеціальних завдань дослідження.

Зазначимо, що дуже часто наукове пізнання характеризується певною *«роздвоєністю»*: з одного боку, це прагнення до цілісного розгляду об'єктів, а з іншого, – до систематизації знання про об'єкт на основі використання певних конкретних часткових уявлень про нього.

Такий підхід має історичне підґрунтя. Так, до середини ХІХ ст. пізнавальні уявлення про цілісність системи розвивалися на рівні конкретних предметів, при цьому взаємозв'язок та єдність частин були очевидними як за зовнішніми ознаками, так і за властивостями. Спроби пояснення сутності якогось явища (в ширшому плані) мали механістичний, натурфілософський, метафізичний характер. Водночас розвивалися ідеалістичні погляди на природу цілісності системи, починаючи від простих об'єктів і закінчуючи складними.

На початку ХХ ст. наука піднялася на якісно новий щабель розвитку. Головним її надбанням стала проблема структурної організації та забезпечення функціонування складних системних об'єктів, тому в сучасній науці формуються та широко використовуються категорії системності. У результаті такого прогресу в процесах наукових досліджень центральне місце займає системний підхід.

### 1.2.2. Системний підхід

*Системний підхід* – один із головних напрямів методології спеціального наукового пізнання та соціальної практики, мета і завдання якого полягають у дослідженнях певних об'єктів як складних систем. Системний підхід сприяє формуванню відповідного адекватного формулювання суті досліджуваних проблем у конкретних науках і вибору ефективних шляхів їх розв'язання. Методологічна специфіка системного підходу полягає в тому, що метою дослідження є вивчення закономірностей та механізмів утворення системи – складного об'єкта з певних складових (елементів). При цьому особливу увагу звертають на різноманіття внутрішніх і зовнішніх зв'язків системи, на процес (процедуру) об'єднання основних понять у єдину теоретичну картину, що дає змогу виявити сутність цілісності системи.

У сучасних умовах у науці й практиці все частіше використовують системний підхід. Він ґрунтується на дослідженнях із загальної теорії систем, проведених ще на початку ХХ століття А.І. Бергом, Л. Берталанфі, Н. Вінером, К. Боулдінгом та іншими. Ці дослідження слугували науковою основою для робіт в області біологічних, соціально-політичних, технічних та інших наук. Крім того, завдяки їм термін «системний підхід», що є в цей час дуже поширеним, увійшов у науковий ужиток.

Системний підхід – один з важливих механізмів, що забезпечують інтеграцію наукових знань.

Поняття «система» має ряд визначень:

– сукупність (комплекс) елементів, котрі вступають у взаємодію (Л. Берталанфі);

– сукупність елементів, між якими є відносини об'єктів і їхніх властивостей (А. Хол та інші.);

– сукупність матеріальних або ідеальних об'єктів, взаємозв'язок і взаємодія котрих приводить до виникнення нових інтегрованих властивостей системи, які відсутні в складових її об'єктів (В.Г. Афанасьєв).

*Структурою системи* називають зв'язок і взаємодію між її елементами, завдяки котрим виникають нові інтегровані властивості системи, відсутні у її елементів. Щоб підкреслити відмінність знову виникаючих властивостей від властивостей її елементів, учені називають їх *емерджентними властивостями* (*емерджентність* – це якість, властивість системи, кожна з яких не властива її елементам, а виникають вони завдяки об'єднанню цих елементів у єдину цілісну систему).

Кожна система в реальному світі взаємодіє з навколишнім середовищем – тілами, явищами, подіями, які певним чином впливають на процеси, що протікають у ній.

Системою і структурою володіють і окремі концепції та теорії в будь-якій науці. Як структурні елементи теорії виступають поняття, закони, узагальнення, гіпотези, факти.

*Структурою теорії* є логічний взаємозв'язок, що існує між її поняттями й судженнями.

Природу, структуру і властивості систем можна представити наступним чином:

– *природа й сутність систем*. Природні або штучні, закриті або відкриті, абстрактні (наприклад, поняття) або конкретні (хоча б два їхні елементи – об'єкти), статичні (незмінність властивостей у часі) або динамічні, без оруді або централізовані, сумативні (впорядкованість, послідовність чогонбудь) або активні (взаємодія як мінімум двох компонентів);

– *призначення систем*. Мета й доцільність (до чого прагне), завдання, які потрібно розв'язувати (що переборює, усуває), функції (для чого призначена), функціонування, розвиток і саморозвиток (як повинна діяти та змінюватися);

– *структура (організація) систем*. Об'єкти (суб'єкти), частини чи компоненти, атрибути (властивості складових її об'єктів), відносини чи взаємодії (поєднують систему в ціле), наявність двох і більше видів зв'язку (прямий і зворотний зв'язок), наявність рівнів ієрархії та ієрархія рівнів;

– *властивості (якості, основні характеристики) систем*. Цілісність (сумативність плюс взаємозумовленість), сумісність або несумісність із іншими системами, стабільність (стійкість зворотного зв'язку), адаптація (приспособування до навколишнього середовища, реакція на навколишнє середовище та її вплив), навчання, здатність до вдосконалювання, еволюція (мінливість у часі).

Сучасне природознавство розрізняє *прості й складні системи*. Приміром, теорія відносності, що вивчає універсальні фізичні закономірності, властиві для всього Всесвіту, і квантова механіка, яка вивчає закони мікросвіту – і ті, й інші, хоча й нелегкі для розуміння аматорам, все ж таки вважаються простими системами. Простими в тому розумінні, що до їх складу входить невелика кількість змінних (елементів), і тому взаємини між ними піддаються математичній обробці й установленню універсальних законів.

Складні системи складаються зі значної кількості змінних (елементів) і відповідно з великої кількості зв'язків між ними. Чим більша кількість зв'язків, тим суужніше піддається предмет дослідження досягненню кінцевого результату – встановленню закономірностей функціонування цього об'єкта. Такі складні системи вивчаються, наприклад, метеорологією – наукою про кліматичні процеси.

Поділ систем на прості та складні вважається фундаментальним у природознавстві. Серед всіх складних систем найбільший інтерес являють системи зі зворотним зв'язком.

Система вважається *відкритою*, якщо вона обмінюється з навколишнім середовищем речовиною, енергією або інформацією, і, навпаки, *закритою*, якщо до неї не надходить та з неї не виділяється енергія в будь-якій

формі: у формі інформації, тепла, фізичних матеріалів тощо, й, отже, компоненти її не змінюються.

Усі природні системи вважаються закритими. Вони підлягають тільки природним об'єктивним законам, а штучні – відкритими, тобто в них діють і суб'єктивні закони, принципи, правила, установлені самою людиною.

Таким чином, *основними принципами системного підходу* до дослідження є:

- підхід до досліджуваної проблеми як до цілого й уявлення, що випливають звідси, про середовище системи та її елементів;

- поняття системи конкретизується через поняття «зв'язки»; серед різних типів зв'язків особливе місце займають системоутворюючі;

- стійкі зв'язки утворюють структуру системи, тобто забезпечують її впорядкованість; спрямованість цієї впорядкованості характеризує організацію системи;

- структура у свою чергу може характеризуватися як по горизонталі (зв'язки між однотипними компонентами системи), так і по вертикалі; вертикальна структура припускає виділення різних рівнів системи й наявність ієрархії цих рівнів;

- зв'язок між різними рівнями реалізується за допомогою керування.

Системний підхід – це категорія, що не має єдиного визначення, оскільки трактується надто широко і неоднозначно. У літературі наводяться такі трактування або визначення системного підходу:

- інтеграція, синтез розгляду різних боків явища чи об'єкта;

- адекватний засіб дослідження й розроблення не будь-яких об'єктів, що довільно називаються системою, а лише таких, котрі є органічним цілим;

- вираження процедур подання об'єкта як системи та способів їх розроблення;

- широкі можливості для одержання різноманітних тверджень і оцінок, які передбачають пошук різних варіантів виконання певної роботи з подальшим вибором оптимального варіанта.

Необхідність розв'язання наукових і практичних завдань нового типу поєднується з розвитком загальнонаукових і конкретно-наукових (спеціальних) теорій і гіпотез. У процесі їх побудови відобразилися принципи та положення системного підходу. Так, В.І. Вернадський (1863 – 1945 рр.) розвинув у 1930-ті роки концепцію про біосферу, в основу якої був покладений новий тип найскладніших системних об'єктів глобального масштабу – біогеоценоз. Ідеї системного підходу застосовуються в екології, фізіології, багатьох напрямках біології, фізики, хімії, а також у психології та суспільних науках.

Системний підхід не існує у вигляді чіткої методики з визначеною логічною концепцією. Це – система, утворена із сукупності логічних прийомів, методичних правил і принципів теоретичного дослідження, що виконує

таким чином евристичну функцію в загальній системі наукового пізнання. Сукупність пізнавальних принципів системного підходу не має жорстких обмежень і за своєю суттю орієнтує і спрямовує певну систему двояким чином відповідно до конкретних етапів дослідження. З одного боку, його змістовні принципи сприяють виявленню обмеженості традиційних об'єктів дослідження, визначенню та реалізації нового типу завдань при новому стилі мислення. З іншого – за допомогою категорій і принципів системного підходу відзначаються перспективи побудови нових об'єктів та предметів дослідження шляхом планування й визначення їх структурних або типологічних параметрів і властивостей. Проектування структурних та типологічних характеристик нових об'єктів сприяє розробленню конструктивних комплексних програм наукового дослідження й розвитку науки.

Особливі функції системного підходу в науковому пізнанні й соціальній практиці визначаються критичною природою його принципів. Усебічний критичний аналіз особливостей розвитку сучасного виробництва на основі системного підходу, наприклад, дав змогу визначити і здійснити комплекс адекватних заходів для захисту навколишнього середовища в регіональних і глобальних масштабах.

Критичний аналіз стану та перспектив наукового дослідження з актуальних проблем на ґрунті системного підходу виявляє неповноту предмета пізнання, обумовлену недостатністю цього предмета, принципів і методів розв'язання наукових та практичних завдань, охоплюючи і засоби побудови знання, сприяє зосередженню основної уваги в певній галузі дослідження. Варто зазначити, що одним із принципів системного підходу є нагромадження знань у процесі формування й розвитку системи знання. Цим підкреслюється активна роль цього чинника у пізнанні та виключається невинуватене нехтування вже існуючими уявленнями й знаннями.

### **1.2.3. Синергетичний підхід**

Поняття «*синергетика*» введене в ужиток науки німецьким фізиком Г. Хакеном, а як самостійна наука синергетика з'явилася в 70-х роках ХХ століття. Значний внесок у розвиток синергетики вніс І. Пригожий – бельгійський учений.

Досліджуючи процеси самоорганізації в неживій і живій природі, він уперше створює й обґрунтовує науковий апарат, що довів можливість протікання цих процесів у фізично неврівноважених системах. Подальші дослідження у галузях хімії та біології підтвердили правомірність висунутих ученим положень і дозволили сформулювати принципи, завдяки яким процес, що протікає, може мати здатність до самоорганізації.

Синергетика за останні роки вийшла за рамки однієї науки та стала надбанням міждисциплінарних досліджень. Вона спрямована на розкриття універсальних механізмів самоорганізації складних систем, у тому числі *когнітивних* (*когнітивні* – це пов'язані зі свідомістю, з мисленням). Концепція

синергетичного бачення світу приваблює сьогодні вчених з різних галузей знань: філософії, фізики, хімії, біології, психології тощо.

Розглянемо особливості синергетичного підходу.

У стислому визначенні синергетику трактують як теорію самоорганізації. У більш розгорнутому – це наука, що досліджує процеси мимовільного переходу складних систем з менш упорядкованого, нерівноважного стану в більш упорядкований, що розкриває такі зв'язки між елементами цієї системи, при яких їхня сумарна дія в рамках системи перевищує за своїм ефектом просте додавання ефектів дій кожного елемента окремо.

Щоб краще зрозуміти генезис синергетики, зробимо невеликий екскурс у класичну термодинаміку, що вивчала в XIX столітті механічну дію теплоти, розглядаючи закриті системи, що прагнуть до стану рівноваги, упорядкованості. У XX столітті термодинаміка стала вивчати відкриті системи в нерівноважних, неупорядкованих станах. Цей напрям у термодинаміці одержав назву «синергетика» (від греч. *sinergia* – співробітництво, спільна дія).

Синергетика намагається відповісти на запитання, як утворилися всі ті макросистеми, у яких ми живемо. Вона змінила уявлення про світ, про народження матерії, походження й еволюцію Всесвіту, Землі, життя на землі, про природу та еволюцію людини.

З погляду синергетики, багатоваріативність, розмаїтість шляхів, випадковість, навіть хаотичність (безладдя), альтернативи є конструктивними складовими механізмів самоорганізації складних систем. Концепція самоорганізації виділяє універсальні закономірності для всіх явищ, де превалюють неврівноваженість, нелінійність (багатоваріантність), флуктуації (випадкові зміни, відхилення) і біфуркації (від лат. *furcatus* – розділений; переломна точка в розвитку системи). Сфера синергетики, таким чином, охоплює всі явища, у котрих яким-небудь чином наявні асиметрія, антиномії.

Об'єктами вивчення синергетики є: складність і дисипація (упорядковані структури), хаос і упорядкованість, стійкість та неврівноваженість, флуктуація й аттрактори (власна тенденція розвитку системи), біфуркація та керуючі параметри.

Синергетика підтверджує висновок теорії відносності про те, що енергія творить більш високі й тонкі рівні організації. Вона сформулювала принцип саморуху в неживій природі. Механізм, що нею пропонується, – це спонтанна флуктуація, подія в точці біфуркації, експонентний процес до певного моменту.

Для кращого осмислення уточнимо поняття флуктуації.

*Флуктуація* (від лат. *fluctuatia* – коливання) – випадкове відхилення від рівномірного розподілу, наприклад, молекул у газі або рідині, що виникає в результаті теплового руху.

Із сучасної наукової точки зору, народження Всесвіту відбувалося через флуктуацію у вакуумі. Сучасна квантова механіка припускає, що вакуум

може приходити в «збуджений стан», унаслідок чого в ньому може утворитися поле, а з нього – речовина (останнє підтверджується сучасними фізичними експериментами).

Відповідно до новітньої концепції фізичного вакууму, останній має особливу творчу функцію – споконвічну здатність породжувати із себе все-світи, невичерпне різноманіття яких утворить Надвсесвіт. Первісний фізичний вакуум, що поклав початок Всесвіту, має, відповідно до уявлень квантової теорії поля, досить складну будову: у ньому є кілька поверхів, кожен з котрих має свій енергетичний потенціал. Елементарні частки, з яких складається речовина й антиречовина, є збудженими станами вакууму.

Завдяки флуктуаціям вакуум набуває особливої властивості – конкуренції між нестійкістю через флуктуацію і колишньою стійкістю. Перевершивши поріг стійкості завдяки флуктуації, вакуум (вона ж система) потрапляє в критичний стан, що називається точкою біфуркації. Ще якась невелика флуктуація в цій точці біфуркації могла б слугувати початком правибуху або Великого вибуху праатома, початком еволюції в зовсім новому напрямку. Це і є подія в точці біфуркації, початок творчих актів.

У переломний момент, тобто в точці біфуркації, неможливо пророчити, у якому напрямі буде відбуватися подальший розвиток: чи стане стан системи більш хаотичним і припинить своє існування або вона перейде на більш високий рівень упорядкованості (організації), що називають дисипативною структурою.

Значне місце в синергетиці приділяється хаосу. З погляду синергетики, хаос необхідний, щоб система вийшла на атрактор (атрактор – це точка притягання), щоб ініціювати самодобудовування системи. Хаос необхідний для існування порядку.

Для пояснення переходу від хаосу до порядку в процесі самоорганізації існує поняття «детермінований хаос». Саме стан детермінованого хаосу вважається фізично нормальним для всіх систем. Але і повний хаос, і надпорядок вважаються небажаними, а іноді й небезпечними.

Відмінності неврівноваженої структури від рівноважної полягають у наступному:

- система реагує на зовнішні умови;
- поведінка системи випадкова і не залежить від початкових умов, але залежить від передісторії;
- приплив енергії створює в системі порядок, таким чином, ентропія її зменшується;
- наявність біфуркації – переломної точки в розвитку системи;
- когерентність: система поводить себе як єдине ціле і так, ніби вона мала далекодіючі сили.

З позиції синергетики всі системи містять підсистеми, які постійно змінюються, флуктують. Іноді окрема флуктуація або її комбінація може

стати настільки сильною, що існуюча колись організація не витримує й руйнується.

Отже, основні ідеї синергетики:

– порядок народжується з хаосу, існує глибинний взаємозв'язок хаосу і порядку;

– флуктуація є творцем організації, випадковість грає в еволюційних процесах конструктивну роль;

– розмаїтість лежить в основі стійкого та дисциплінованого розвитку систем;

– еволюція нелінійна (багатоваріантна);

– розвиток систем як в історичній ретроспективі, так і в перспективі нелінійний, тобто має альтернативи;

– світ і наукове знання про нього системні, цілісні;

– розвиток об'єктів усіх рівнів матеріальної та духовної організації протікає за загальними закономірностями.

Основними вихідними принципами синергетики, тобто самоорганізації, є такі:

– для самоорганізації система має бути відкритою, тобто такою, що обмінюється зі своїм оточенням речовиною, енергією, інформацією;

– самоорганізація завжди пов'язана з кооперативним процесом, колективним погодженням поведінкою частин системи. Саме завдяки такому поведінню виникають нові структури;

– випадковість, реальна ситуація є конструктивним початком, основою для процесу розвитку. Процес самоорганізації відбувається в результаті взаємодії випадковості та необхідності й завжди пов'язаний з переходом від нестійкості до стійкості;

– навколишній світ еволюціонує за нелінійними законами, тобто різноманітним шляхом вибору з альтернатив.

## Розділ 1.3

### МЕТОДИ ТЕОРЕТИЧНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

#### 1.3.1. Сутність, мета, завдання теоретичних досліджень

Теоретичний рівень наукового дослідження пов'язаний з глибоким аналізом наукових фактів, із проникненням у сутність явищ, що досліджуються, з пізнанням та формулюванням законів науки, тобто з поясненням предметів і процесів реальної дійсності. Результати теоретичного дослідження знаходять своє вираження в таких формах, як *закон*, *теорія*, *наукова гіпотеза*.

*Закон* – внутрішній суттєвий та стійкий зв'язок явищ, що обумовлює їх упорядковану зміну.

*Теорія* – система узагальненого достовірного знання про той чи інший

«фрагмент» дійсності, котра описує, пояснює та передбачає функціонування визначеної сукупності об'єктів, що його складають.

*Гіпотеза* – система умовиводів, за допомогою яких на основі ряду фактів робиться висновок про існування об'єкта, зв'язки або причини явища, причому цей висновок не можна вважати абсолютно достовірним.

На основі емпіричних даних на теоретичному рівні дослідження відбувається об'єднання за допомогою думки об'єктів, що досліджуються, осягнення їх сутності, законів їх існування, які становлять основний зміст теорій. Таким чином, на теоретичному рівні дослідження за допомогою специфічних методів розв'язуються свої пізнавальні завдання. По-перше, дослідник пізнає сутність об'єктів, що вивчаються; по-друге, на теоретичному рівні відбувається осягнення об'єктивної істини в усій її конкретності та повноті змісту. На основі теоретичного пояснення й пізнаних законів відбувається наукове передбачення майбутнього.

Отже, *метою теоретичних досліджень* є виявлення істотних зв'язків між об'єктом, що досліджується, та навколишнім середовищем, пояснення й узагальнення результатів емпіричного дослідження, виявлення загальних закономірностей та їх формалізація.

Теоретичне дослідження завершується формуванням *теорії* – системи наукових достовірних знань у формі тверджень і доведень, яка не обов'язково пов'язана з побудовою її математичного апарату.

Теоретичне дослідження включає такі процедури:

- аналіз сутності процесів, явищ;
- формулювання гіпотези дослідження;
- побудову (розроблення) фізичної моделі;
- проведення математичного дослідження;
- аналіз теоретичних рішень;
- формулювання висновків.

Якщо не можна виконати математичне дослідження, то робоча гіпотеза формулюється в словесній формі із залученням графіків, таблиць тощо.

Теоретичні дослідження відіграють значну роль у процесі пізнання об'єктивної дійсності, оскільки вони дозволяють глибоко проникнути у сутність природних явищ, створюють наукову картину світу, що постійно розвивається. Теоретичні дослідження є функцією мислення, яка полягає в тому, щоб відкривати, перевіряти, частково освоювати різні елементи природи, створювати та розвивати світобачення.

### **1.3.2. Загальнонаукові теоретичні методи**

До методів теоретичного дослідження відносять метод сходження від абстрактного до конкретного, формалізацію, ідеалізацію, аксіоматичний метод.

Для теоретичного дослідження використовуються, звичайно ж, й інші

методи, що є загальними і для емпіричного, і для теоретичного дослідження. У цьому підрозділі розглянемо методи теоретичного рівня дослідження.

Метод сходження від абстрактного до конкретного.

Для початку осмислимо основні його поняття: «абстрактне», «абстрагування», «абстракція» й «конкретне».

Термін «абстрактне» вживають для характеристики людського знання. Змістом абстрактного є окремі сторони, окремі властивості й зв'язки між речами. Тому під абстрактним розуміють однобічне, неповне знання, що не розкриває сутності предмета в цілому. У зв'язку із цим абстрагування – це визначення, відділення та виокремлення однієї якої-небудь істотної сторони, властивості, ознаки явища або предмета й відволікання від усіх інших сторін, властивостей.

Результат абстрагування називається *абстракцією*. Вона вважається вищим щаблем у процесі розвитку людського знання.

Абстракція може виступати у формі чуттєво-наочного образу (наприклад, модель атома), ідеалізованого об'єкта (наприклад, «абсолютно чорне тіло»), судження («цей предмет білий»), абстрактного поняття, категорії (найбільш широкого поняття тієї чи іншої науки або філософії, наприклад, «матерія», «якість», «кількість», «міра» і т.д.), у формі закону (закон виключеного третього, закон тотожності) й т.п.

Термін «конкретне», як правило, використовується у двох основних значеннях: по-перше, під конкретним розуміють саму дійсність, різні об'єкти, узяті в усьому різноманітті їхніх властивостей, зв'язків і відносин; по-друге, термін «конкретне» вживається для позначення всебічного деталізованого систематичного знання про об'єкт.

Отже, сходження від абстрактного до конкретного являє собою загальну форму руху наукового пізнання, закон відображення дійсності в мисленні. Відповідно до цього методу, процес пізнання ніби розбивається на два відносно самостійних етапів:

– на першому етапі сходження від абстрактного до конкретного відбувається перехід від споглядання конкретного в дійсності до його абстрактних визначень (понять, суджень, умовиводів);

– другий етап (він же власне і є сходження від абстрактного до конкретного) складається в русі думки від абстрактних визначень об'єкта, понять, тобто від абстрактного в пізнанні до конкретного в пізнанні, від цілого до частин. На цьому етапі ніби відновлюється вихідна цілісність об'єкта, він відтворюється в усій багатогранності, але вже в мисленні.

Цей метод являє собою процес пізнання, відповідно до якого мислення сходить спочатку від конкретного в дійсності до абстрактного в мисленні й від абстрактного в мисленні до конкретного в дійсності.

Розрізняють процес абстрагування та результат абстрагування, що на-

зивається абстракцією. Звичайно під абстракцією розуміють знання про деякі сторони об'єктів, а процес абстрагування – це сукупність розумових операцій, що ведуть до одержання такого результату, тобто абстракції.

Прикладами абстракції може слугувати безліч понять, якими оперує людина не тільки в науці, але й у повсякденному житті: дерево, будинок, дорога, рідина і т.п.

Основна функція абстракцій полягає в тому, що вони:

- дозволяють замінити в пізнанні порівняно складне простим, але простим, що виражає в цьому складному основне;
- допомагають розібратися в усьому нескінченному різноманітті дійсності шляхом їхньої диференціації, виділення в них усіляких сторін і властивостей, шляхом встановлення зв'язків та відносин між цими сторонами й властивостями, фіксації їх у процесі пізнання.

Умовно виділяються чотири *сходинки (щаблі) абстракції*, одержуваної інформації: феноменологічна (описова); аналітико-синтетична; прогностична; аксіоматична.

*Метод формалізації.* Формалізація – це представлення найрізноманітніших об'єктів шляхом відображення й зображення їхнього змісту і структури в знаковій формі за допомогою найрізноманітніших «штучних» мов, до яких належить мова математики, математичної логіки, хімії й інших наук.

Поняття «*формалізація*» знаходиться в тісному зв'язку з терміном «*абстрагування*».

Явища нескінченно різноманітні, їхня систематизація стає можливою завдяки тому, що мислення виділяє якусь одну ознаку та абстрагується від інших. Одержуване в такий спосіб абстрактне знання стає емпіричним поняттям. Абстрагування характерно й для емпіричного мислення, за його допомогою виводяться емпіричні поняття.

Формалізація як метод дослідження має низку переваг:

- забезпечує повноту огляду певної області проблем, узагальненість підходу до їхнього розв'язання;
- базується на використанні спеціальної символіки, що забезпечує стислість і чіткість фіксації знання;
- пов'язана із приписуванням окремим символам або їхнім системам певних значень, що дозволяє уникнути багатозначності термінів, властивої звичайним мовам;
- дозволяє формувати знакові моделі об'єктів, а вивчення реальних речей і процесів замінити вивченням цих моделей.

Формалізація є невід'ємною частиною формальної логіки.

Прикладом реалізації формалізації в евклідовій геометрії може слугувати той факт, що тут є невелика кількість незалежно внесених понять і символів, таких як число, пряма, точка й фундаментальні правила комбінування цих понять. Разом вони утворюють основу для побудови або визначення

всіх упорядкованих тверджень та інших понять.

За своєю сутністю формалізація близька до ідеалізації.

*Ідеалізація* – як метод теоретичного дослідження. Щоб осмислити, що таке ідеалізація, необхідно усвідомити поняття «ідеальний об'єкт».

Термін «ідеальний об'єкт» був введений І.В. Кузнецовим, автором праць з методології фізики [15]. Він виявив особливий елемент структури теорії, названий ним ідеалізованим об'єктом, тобто абстрактною моделлю, наділеною незначною кількістю дуже загальних властивостей і простою структурою.

Наведемо декілька відомих прикладів ідеальних об'єктів: хімічна формула відтворює в знаковій системі молекулярну структуру речовини, тобто предмет дослідження – молекулярна структура відтворюється в хімічній формулі; механіка, досліджуючи рух тіл, відволікається від якісних характеристикних тіл і представляє їх у вигляді матеріальних точок.

Ідеальні об'єкти не існують у дійсності. Наприклад: абсолютно тверде тіло, тверде тіло, абсолютно чорне тіло, чорне тіло, електричний заряд, лінія, точка й т. п.; вони конструюються лише подумки.

Уявне конструювання об'єктів такого роду називається *ідеалізацією*. Ідеалізація містить у собі момент абстрагування, що дозволяє розглядати ідеалізацію як вид діяльності, що абстрагує. Наприклад, говорячи про абсолютно чорне тіло, дослідник абстрагується від того факту, що всі реальні тіла тією чи іншою мірою мають здатність відбивати світло, яке падає на них.

Ідеальні об'єкти мають низку переваг й отримані в результаті складної розумової діяльності, вони дозволяють значно спростити складні системи, і складний процес вважається за можливе подати ніби в «чистому» вигляді, що значно полегшує виявлення істотних зв'язків, формулювання законів.

*Уявний експеримент* як метод дослідження. Уявний експеримент з ідеалізованими об'єктами є одним з найважливіших методів теоретичного дослідження. Уявний експеримент – це система послідовних логічних операцій з метою розкриття його змісту, визначення співвідношень між елементами й виявлення закономірностей його руху.

Уявний і реальний експерименти мають однакову мету – виявлення перетворень досліджуваного об'єкта залежно від якихось умов.

*Аксіоматичний метод* є одним з найпоширеніших способів наукового пізнання. Під аксіоматичним методом побудови наукової теорії розуміють таку її організацію, коли ряд тверджень приймається без доказів, а все інше знання виводиться з них за певних логічних правил. Прийняті без доказу положення називаються *аксіомами*, а інше, тобто вивідне, знання фіксується у вигляді теорем, законів і т. п.

У різних наукових теоріях є група понять, котрі використовуються для визначення інших понять цієї теорії. Це так називаються фундаментальні або первинні поняття певної теорії, значення яких вважається відомим

і в цій теорії не потребують визначення. Наприклад, у механіці Ньютона таким поняттям буде «сила», у геометрії Евкліда – поняття «точка», «пряма», «площина».

При аксіоматичному методі природно визначувана залежність одних понять і тверджень від інших понять і тверджень одержує свій розвиток і стає принципом побудови теорії. Аксіоми й первинні поняття утворюють базис теорії.

Аксіоматизація наукових теорій дозволяє ефективно й на строго логічній основі розв'язувати проблему істинності положень теорії як проблему їхньої довідності.

Система аксіом, визначення й правила виведення аксіоматизованої системи повинні забезпечувати такі методологічні вимоги:

- строгість, однозначність і достатність формулювання;
- несуперечність, тобто неможливо вивести два твердження, одне із яких було б запереченням іншого;
- повноту, тобто за наявності певних правил прийнятих аксіом досить, щоб на їхній основі довести або спростувати будь-який вираз, який можна сформулювати мовою теорії;
- незалежність, тобто аксіоми повинні підбиратися так, щоб жодна з них не була наслідком з якої-небудь кількості інших аксіом. В іншому випадку така аксіома є теоремою.

При розробленні теорій разом із цими методами використовуються й інші. Так, значну роль при побудові будь-яких теорій відіграють, наприклад, *логічні закони*, що мають нормативний характер. До цих законів відносять: *закон тотожності, закон протиріччя, закон виключення третього та закон достатньої підстави*.

*Закон тотожності* визначає, що предмет думки в межах одного міркування повинен лишатися незмінним:  $A \in A$  ( $A = A$ ), де  $A$  – це думка.

Цей закон потребує, щоб у повідомленні всі поняття і судження мали однозначний характер, виключали багатозначність і невизначеність.

Згідно із *законом протиріччя* не можуть бути одночасно істинними два висновки, один з яких щось стверджує, а другий заперечує те саме. Закон стверджує: «неправильно, що  $A$  і не  $A$  одночасно істинні».

Основою закону протиріччя є якісна визначеність речей та явищ, відносна стійкість їх властивостей. Свідоме використання цього закону допомагає виявити і ліквідувати протиріччя в поясненні фактів та явищ, виробити критичне ставлення до будь-якого роду неточностей і непослідовностей в отриманій інформації.

*Закон виключення третього* стверджує, що з двох суперечливих суджень одне помилкове, а друге істинне. Третього не дано. Він виражається формулою: « $A$  або  $B$ , або не  $B$ ». Наприклад, якщо правильним є судження «Наш університет є державним навчальним закладом», то судження «Наш університет не є державним навчальним закладом» – помилкове.

Вимогу доказовості наукових висновків, обґрунтованості суджень виражає закон достатньої підстави, який формулюється таким чином: будь-яка слухна думка дає достатньо підстав для свого обґрунтування.

До загальнонаукових методів, використовуваних і для емпіричного, і для теоретичного дослідження, відносять також *аналіз, синтез, аналогію, індукцію, дедукцію, абдукцію, моделювання, історичний і логічний методи, метод графів.*

*Аналіз і синтез.* Аналіз передбачає роздроблення цілого на складові елементи, тобто виділення ознак предмета для вивчення їх окремо як частини єдиного цілого. Строго проведений аналіз є серйозною гарантією логічності викладу матеріалу дослідження (дисертації, монографії).

Гіпотетичний аналіз здійснюється за допомогою дедукції. Дедуктивна посилка дозволяє розробити певну версію причинного ряду, що пояснює наслідки. Це важливо для дисертаційного дослідження. Версія гіпотетичного характеру виправдана, якщо припущення містить реалістичну ідею, виходить із варіантів, один із яких містить істину. Розроблення версій необхідно тоді, коли самі по собі факти не дають подання про причини явища, що часто тими або іншими сторонами не укладається в якісь нормативи, обумовлені теоретично. Тому виникає необхідність спочатку гіпотетично будувати аналіз.

Дослідникам-початківцям можна рекомендувати такий алгоритм аналізу:

- розробити об'єкт, що вивчається, або явище на частини і виявити зв'язки між частинами;
- виявити ознаки, властивості об'єкта;
- виявити схожість і відмінність цих ознак;
- розташувати об'єкти поодиночі чи за декількома ознаками в послідовності убування або зростання цих ознак;
- співвіднести загальне із приватним, одиничним, особливим.

Цей алгоритм нагадує алгоритм для порівняння, тому що аналіз і порівняння тісно пов'язані.

Уточнимо різницю між «ознакою» і «властивістю».

*Ознаками* називаються риси схожості або відмінності предметів: позначник, прикмета, знак, за якими можна дізнатися, визначити що-небудь.

*Властивість* – якість, ознака, що становить характерну особливість чого-небудь.

*Синтез.* Аналіз і синтез виступають як плідні методи пізнання лише тоді, коли вони використовуються в тісній єдності. Для того щоб став можливим аналіз тієї чи іншої речі, вона повинна бути зафіксована в нашій свідомості як певне ціле, тобто попередньою умовою аналізу є цілісне систематичне її сприйняття. І, навпаки, синтез можливий тоді, коли здійснений аналіз, коли виділені ті або інші сторони й елементи деякого цілого. Отже, синтез являє собою поєднання отриманих у процесі аналізу частин у єдине

ціле.

Методи аналізу й синтезу в науковій творчості можуть набувати різноманітних форм залежно від ступеня пізнання об'єкта, від глибини проникнення в його сутність, звідси розрізняють:

- прямий чи емпіричний аналіз і синтез;
- зворотний або елементарно-теоретичний аналіз та синтез;
- структурно-генетичний аналіз і синтез.

*Прямий* або *емпіричний аналіз та синтез* застосовуються на стадії поверхневого ознайомлення з об'єктом. При цьому здійснюються виокремлення частин об'єкта, виявлення його властивостей, найпростіші вимірювання, фіксація даних, що лежать на поверхні загального.

*Зворотний* або *елементарно-теоретичний* аналіз і синтез використовуються для досягнення моментів сутності явища. Аналіз та синтез тут базуються на деяких теоретичних міркуваннях, такі можуть виступати припущення про причинно-наслідковий зв'язок різних явищ, про дію якої-небудь закономірності.

*Структурно-генетичний аналіз і синтез* дозволяють найбільш глибоко проникнути в сутність об'єкта. Тут ідуть далі припущення про деякий причинно-наслідковий зв'язок. Цей вид аналізу й синтезу вимагає вичленування в складному явищі таких елементів, таких ланок, які представляють найголовніше, центральне в них, їх «клітинки», «ядро», що робить вирішальний вплив на всі інші сторони сутності об'єкта.

Поняття *аналогія* (гр. *analogia* – відповідність) у більш широкому значенні вживається як подібність, відповідність, подоба предметів і явищ. Пізнавальне значення аналогії обумовлюється тим, що вона виступає одним з активних методів дослідження переважно на початковому етапі процесу пізнання. Першим кроком у висновках за аналогією є порівняння. Воно дозволяє при порівнянні предметів виявити характер спільності й розбіжності між ними. Науці відомо чимало відкриттів і технічних винаходів, дослідження яких починалося з аналогій. Наприклад, подібність між явищами в електричній машині й блискавкою привели Франкліна до винаходу громовідводу. Тисячі речовин створені хіміками за аналогією їх із природними сполуками.

Аналогія є засобом конкретизації думки. Зміст аналогії полягає в тому, щоб знаходити невідомі ознаки, спираючись на раніш придбані знання про інший, подібний з ним предмет або явище, переносити інформацію від одного предмета на іншій на основі певного співвідношення між ними.

Залежно від характеру перенесення інформації розрізняють типи аналогій:

- каузальна аналогія, у якій аналогічними виявляються явища, породжувані однаковими причинами;

– функціонально-структурна аналогія, у котрій структури систем отожднюються на основі тотожності їхніх функцій;

– структурно-функціональна аналогія, у якій, навпаки, функції отожднюються на основі тотожності структури.

Висновки, зроблені за аналогією, носять імовірнісний характер. Імовірне знання має численні градації, починаючи від малої імовірних, ненадійних знань і закінчуючи рівнем, що межує з достовірними знаннями. Підвищення ймовірності висновків за аналогією залежить від кількості розглянутих подібних ознак у порівнюваних явищах та від ступеня істотності цих ознак.

Варто враховувати одну досить істотну обставину. Чим більше подібності між порівнюваними предметами, тим менше евристична цінність аналогії. У теорії моделювання прийнято вважати, що занадто віддалена модель може ввести в оману, а занадто «точна» втрачає своє значення, стає марною.

До методу аналогії близький інший метод – *екстраполяція*. *Екстраполяція* – це поширення висновків, отриманих зі спостереження над однією частиною явища, на іншу його частину.

*Індукція й дедукція*. У дисертаційних дослідженнях індукція і дедукція рідко позначаються як методи дослідження, мабуть, тому, що їх уважають звичайними видами висновку.

*Індукція* – це спосіб міркування від більш часткових суджень до більш загального судження, установлення загальних правил і законів на підставі вивчення окремих фактів та явищ. Вона починається з нагромадження знань про якнайбільшу кількість у чомусь однорідних предметів і явищ. Узагальнюючи подібні факти, людина робить твердження про приналежності певної ознаки всім предметам, що входять до цього класу. Наприклад, узагальнюючи, що мідь, залізо, олово, срібло й інші метали проводять електрику, доходять висновку про те, що всі метали електропровідні.

*Дедукція* – це спосіб міркування від загального судження до часткового пізнання окремих фактів та явищ на підставі знання загальних законів і правил.

Приклад дедуктивного умовиводу: «Усі метали електропровідні. Залізо – метал. Отже, залізо електропровідне».

Різниця між індукцією й дедукцією в протилежній спрямованості ходу думки. Узагальнюючи емпіричний матеріал, що накопичено, індукція підготовлює ґрунт для висування припущень про причину досліджуваних явищ, а дедукція, теоретично обґрунтовуючи отримані індуктивним шляхом висновки, зменшує їхній гіпотетичний характер і перетворює на достовірне знання. Розрізняють *повну* й *неповну* індукцію.

Повна індукція полягає в розгляді кожного випадку, кожного предмета, що входить до класу явищ, і, оскільки окремих випадків безліч, узагальнення робиться на основі вивчення типових випадків. Неповна індукція

має місце, коли висновок про клас предметів робиться, виходячи з розгляду лише деяких предметів цього класу. У такому випадку аналізуються їх суттєві ознаки, зв'язки, тощо. Неповна індукція має широке застосування, але вона не дає достовірного висновку.

Дедукція вважається найкоротшим шляхом до пізнання, у цьому її характерна перевага. Її структура складається із трьох суджень:

- загального положення, іменованого великою посилкою;
- пов'язаного з ним судження, яке приводить до його застосування, і відомого за назвою малої посилки;
- висновку.

*Абдукція* – спосіб міркування від наявних даних до гіпотези, що пояснює або оцінює їх краще, ніж альтернативні гіпотези. Є інший варіант визначення: *абдукція* – це міркування, яке здійснюється на підставі інформації, що описує певні факти чи дані й приводить до гіпотези.

На перший погляд може здатися, що абдукція нічим не відрізняється від індукції, у якій висновок робиться на основі узагальнених фактів і тому також має характер гіпотези. Але це чисто формальна подібність. Звичайна індукція просто перелічує факти, що мають деяку загальну ознаку, але не пояснює їх. Абдуктивне міркування широко використовується й у повсякденному мисленні, у всіх випадках, коли доводиться звертатися до гіпотез. Коли лікар ставить діагноз на основі симптомів захворювання, він, власне кажучи, робить абдуктивний умовисновок, тобто, розглядаючи симптоми як взаємозалежну систему фактів, він намагається знайти їм пояснення за допомогою діагнозу передбачуваної хвороби. Можна сказати й так, що симптоми виступають як безпосередньо спостережувані факти, наслідки, а хвороба – як їхня причина.

Використання абдукції в науці має, на думку вчених, більш складний характер, тому що в ній:

- як посилка для висновку можуть виступати як емпіричні факти, так і засновані на них узагальнення й емпіричні гіпотези;
- рівень пояснення фактів зростає в міру переходу від емпіричних гіпотез до теоретичних. Наприклад, гіпотеза Кеплера про рух планет була заснована на ретельних спостереженнях і змінах рухів планети Марс, виконаних Тихо Бразі (датським астрономом). Тому вона змогла пояснити еліптичну орбіту та інші закономірності руху планет Сонячної системи.

Альтернативною вважалася найпоширеніша гіпотеза про рух планет круговою орбітою, хоча допускалися й інші форми (овал, овоїд).

Деякі вітчизняні та закордонні автори вважають абдукцію універсальною логічною схемою пошуку пояснювальних гіпотез, і головну відмінність абдукції від таких традиційних форм умовиводів, як індукція й дедукція вони вбачають у її орієнтації на пояснення досліджуваних фактів. Саме виявлення нових фактів змушує в повсякденному житті робити припущення, а в науці – більш обґрунтовані гіпотези, які пояснюють ці факти.

На відміну від традиційного погляду, що розглядає індукцію як висновок від часткового до загального, Пірс Чарльз (американський філософ, логік, математик) визначав її як логічну операцію підтвердження гіпотез, що зближує його точку зору із сучасною індуктивною (імовірнісною) логікою.

В абдуктивному висновку дедукція й індукція виступають спільно, тобто дедукція служить для виводу наслідків з гіпотези, запропонованої для пояснення нових фактів, а індукція – підтверджує або спростовує цю гіпотезу й тим самим коректує її. Звідси стає очевидним, що абдукція являє собою процес, у ході якого відбувається модифікація й корекція гіпотез.

## Розділ 1.4

### ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ. ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 1.4.1. Сутність, мета, функції наукового експерименту

Найбільш важливою складовою частиною наукового дослідження є *експеримент* (лат. *experimentum* – проба, дослід) – метод емпіричного дослідження, що базується на активному та цілеспрямованому втручанні суб'єкта у процес наукового пізнання явищ і предметів реальної дійсності шляхом створення умов, що контролюються й управляються, які дозволяють установлювати визначені якості та закономірні зв'язки в об'єкті, що досліджується, та багатократно їх відтворювати.

Експеримент широко застосовують не лише в природничих науках, а й у соціальній практиці, де він відіграє значну роль у пізнанні та управлінні суспільними процесами.

*Від звичайного, щоденного, пасивного спостереження експеримент відрізняється активним впливом дослідника на явище, що вивчається.*

Основною метою експерименту є виявлення властивостей досліджуваних об'єктів, підтвердження наукових гіпотез і на цій основі більш широко та поглиблене вивчення теми наукового дослідження.

Проведення експериментальних досліджень передбачає здійснення ряду *пізнавальних операцій*:

- визначення цілей експерименту на основі існуючих теоретичних концепцій з урахуванням потреб практики та розвитку самої науки;
- теоретичне обґрунтування умов експерименту;
- розроблення основних принципів, створення технічних засобів для проведення експерименту;
- спостереження, вимірювання та фіксація виявлених у процесі експерименту властивостей, зв'язків, тенденцій розвитку досліджуваного об'єкта;
- статистична обробка результатів експерименту;

– попередня класифікація й порівняння статистичних даних.

Які переваги має експеримент порівняно зі спостереженням та іншими методами емпіричного рівня наукового пізнання?

Експеримент дає можливість досліджувати, по-перше, об'єкти в так званому чистому вигляді; по-друге, в екстремальних умовах, що сприяє більш глибокому проникненню в їхню сутність; по-третє, важливою перевагою експерименту є його повторюваність.

#### **1.4.2. Класифікація експериментів**

1. За призначенням об'єкта експерименту: природничо-наукові (хімічні, біологічні, фізичні), виробничі, педагогічні, соціологічні, економічні тощо.

2. За характером зовнішніх впливів на об'єкт дослідження: речовинні, енергетичні, інформаційні.

*Речовинний експеримент* передбачає вивчення впливу різних речовинних факторів на стан об'єкта дослідження, наприклад, вплив різних домішок на якість сталі.

*Енергетичний експеримент* використовується для вивчення впливу різних видів енергії (електромагнітної, механічної, теплової тощо) на об'єкт дослідження.

*Інформаційний експеримент* використовується для вивчення впливу інформації на об'єкт дослідження.

3. За характером об'єктів та явищ, що вивчаються в експерименті: технологічні, соціометричні тощо.

*Технологічний експеримент* спрямований на вивчення елементів технологічного процесу (продукції, обладнання, діяльності робітників тощо) або процесу в цілому.

*Соціометричний експеримент* використовується для вимірювання існуючих міжособистісних соціально-психологічних відносин у малих групах з метою їх подальшої зміни.

4. За структурою об'єктів і явищ, що вивчаються в експерименті: прості та складні.

*Простий експеримент* використовується для вивчення простих об'єктів, які мають у своєму складі невелику кількість взаємопов'язаних і взаємодіючих елементів, що виконують прості функції.

*У складному експерименті* вивчаються явища або об'єкти з розгалуженою структурою та великою кількістю взаємопов'язаних і взаємодіючих елементів, що виконують складні функції.

5. За способом формування умов проведення експерименту: природні та штучні.

*Природні експерименти* характерні для біологічних, соціальних, педагогічних, психологічних наук: наприклад при вивченні соціальних явищ (соціальний експеримент) в обставинах, наприклад, виробництва, побуту

тощо.

*Штучні експерименти* широко використовуються в багатьох природничо-наукових або технічних дослідженнях. У цьому випадку вивчаються явища, ізольовані до потрібного стану, для того щоб оцінити їх у кількісному та якісному відношеннях.

6. За організацією проведення експерименту: лабораторні, натурні, польові, виробничі, відкриті або закриті тощо.

*Лабораторні дослідження* виконують з використанням типових приладів, спеціальних моделюючих установок, стендів, обладнання тощо.

*Натурний експеримент* проводиться в природних умовах і на реальних об'єктах. Залежно від місця проведення натурні експерименти поділяють на виробничі, польові, полігонні тощо.

7. За характером взаємодії засобу експериментального дослідження з об'єктом дослідження: звичайні та модельні.

*Звичайний (класичний) експеримент* включає експериментатора, об'єкт або предмет експериментального дослідження й засоби, за допомогою яких проводиться експеримент.

*Модельний експеримент* базується на використанні як об'єкта, що досліджується, моделі, котра може не тільки замінювати в дослідженні реальний об'єкт, але й умови, в яких він вивчається.

8. За типом моделей, що досліджуються в експерименті: матеріальні та розумові.

*Матеріальний експеримент* є формою об'єктивного матеріального зв'язку свідомості із зовнішнім світом. У матеріальному експерименті використовуються матеріальні об'єкти дослідження.

*Розумовий (ідеалізований, уявний) експеримент* є однією з форм розумової діяльності суб'єкта, у процесі якої в його уяві відтворюється структура реального експерименту, тобто засобами розумового експерименту є розумові моделі (чуттєві образи, образно-знакові моделі, знакові моделі).

9. За величинами, що контролюються в експерименті: пасивні та активні.

*Пасивний експеримент* передбачає вимірювання тільки вибраних показників (параметрів, змінних) у результаті спостереження за об'єктом без втручання в його функціонування.

*Активний експеримент* пов'язаний з вибором спеціальних вхідних сигналів (факторів) та контролює вхід та вихід системи, яка досліджується.

10. За кількістю факторів, що варіюються в експерименті: одно- та багатифакторні.

*Однофакторний експеримент* передбачає: виділення необхідних факторів; стабілізацію факторів, які заважають; по чергове варіювання факторів, що цікавлять дослідника.

Стратегія *багатофакторного експерименту* полягає в тому, що варіюються всі змінні відразу, і кожний ефект оцінюється за результатами всіх

дослідів, що були проведені в цій серії досліджень.

11. За метою дослідження: перетворюючі, констатууючі, контролюючі, пошукові, вирішальні.

*Перетворюючий (творчий) експеримент* включає активну зміну структури та функцій об'єкта дослідження відповідно до висунутої гіпотези, формування нових зв'язків і відносин між компонентами об'єкта або між досліджуваним об'єктом та іншими об'єктами.

*Констатууючий експеримент* використовується для перевірки відповідних передбачень. У процесі такого експерименту констатується наявність визначеного зв'язку між впливом на об'єкт дослідження й результатом.

*Контролюючий експеримент* зводиться до контролю за результатами зовнішніх впливів на об'єкт дослідження з урахуванням його стану, характеру впливу та ефекту, що очікується.

Іноді виникає необхідність провести *пошукові експериментальні дослідження*. Вони необхідні в тому випадку, якщо виникають труднощі в класифікації всіх факторів, що впливають на явище, яке вивчається, внаслідок відсутності достатньої кількості попередніх даних.

*Вирішальний експеримент* ставиться для перевірки справедливості основних положень фундаментальних теорій у тому випадку, коли дві або декілька гіпотез однаково узгоджуються з багатьма явищами. Така узгодженість призводить до труднощів у визначеності правильності гіпотез. Вирішальний експеримент відповідає на питання «так чи ні?».

### **1.4.3. Методологія експериментальних досліджень**

*Методологія експерименту* – це загальна структура (методика) експерименту, тобто постановка та послідовність виконання експериментальних досліджень.

Експеримент включає такі *основні етапи*:

- 1) розроблення плану-програми експерименту;
- 2) оцінку вимірювання та вибір засобів для проведення експерименту;
- 3) проведення експерименту;
- 4) обробку й аналіз експериментальних даних.

Наведена кількість етапів характерна для традиційного експерименту. Разом із цим останнім часом широко використовують математичну теорію експерименту, яка дозволяє значно підвищити точність та зменшити обсяг експериментальних досліджень.

У цьому випадку експеримент включає такі етапи: розроблення плану-програми експерименту; оцінку вимірювання та вибір засобів для проведення експерименту; математичне планування експерименту з одночасним проведенням експериментального дослідження, обробкою й аналізом одержаних даних.

Зупинимося дещо детальніше на окремих етапах експериментального

дослідження.

*Розроблення плану-програми експерименту.* План-програма містить найменування теми дослідження, робочу гіпотезу, методика експерименту, план створення експериментальної ситуації, перелік необхідних матеріалів, приладів, установок, список виконавців експерименту, календарний план робіт і кошторис витрат на виконання експерименту. У ряді випадків до плану-програми включають роботи з конструювання та виготовлення приладів, апаратів, пристроїв, їх методичне обстеження, а також програми дослідних робіт на підприємствах.

Одним з найбільш важливих етапів складання плану-програми є визначення *мети і завдань експерименту*. Чітко обґрунтовані завдання – це вагомий внесок у їх розв'язання. Кількість завдань повинна бути незначною. Для конкретного (некомплексного) експерименту оптимальна кількість завдань – 3 – 4. У великому комплексному експерименті їх може бути 8 – 10.

Основа плану-програми – *методика проведення експерименту*. У методиці детально проектують процес проведення експерименту. Спочатку складають послідовність (черговість) виконання операцій вимірювань та спостережень.

Потім ретельно описують кожну операцію окремо з урахуванням вибраних засобів для проведення експерименту. Особливу увагу приділяють методам контролю якості операцій, які повинні забезпечувати при мінімальній (раніше встановленій) кількості вимірів високу надійність і задану точність. Розробляють форми журналів для запису результатів вимірів та спостережень.

Важливим розділом методики є вибір методів обробки й аналізу експериментальних даних. Обробка даних зводиться до систематизації всіх цифр, класифікації, аналізу. Результати експериментів повинні бути зведені до таких форм запису: таблиць, графіків, формул, номограм. Вони дозволяють швидко та доброякісно співвідносити одержані результати.

Особливу увагу в методиці повинно бути приділено математичним методам обробки й аналізу одержаних дослідних даних – встановленню емпіричних залежностей, апроксимації зв'язків між варіюючими характеристиками, визначенню критеріїв тощо.

Після розроблення методики встановлюють *обсяг і трудомісткість експериментальних досліджень*, які залежать від глибини теоретичних розробок, ступеня точності прийнятих засобів вимірювання. Чим чіткіше сформульована теоретична частина дослідження, тим менший обсяг експерименту. На обсяг та трудомісткість експерименту істотно впливає і його вид.

Після встановлення обсягу експериментальних робіт складають перелік необхідних засобів вимірювання, матеріалів, список виконавців, календарний план та кошторис витрат.

Не менш важливим є неодмінне розроблення в рамках плану-програми експериментального дослідження, так званого плану створення експериментальної ситуації.

*Експериментальна ситуація* – це сукупність умов, за яких проводиться експеримент.

План створення експериментальної ситуації завжди пов'язаний не лише із завданнями, методикою, але і з конкретним об'єктом, на базі якого потрібно розв'язувати поставлені завдання та реалізовувати саму методику.

На завершення план-програму експериментального дослідження розглядає науковий керівник, обговорюють у науковому колективі й затверджують у встановленому порядку.

*Оцінка вимірювання та вибір засобів для проведення експерименту.* Обґрунтування засобів вимірювання – це вибір необхідних для спостережень і вимірювань приладів, обладнання, машин, апаратів тощо. Засоби вимірювання можуть бути вибрані стандартні або за їх відсутності виготовлені самостійно.

Дуже відповідальною частиною є встановлення точності вимірів та похибок. Методи вимірювання повинні базуватися на законах спеціальної науки – метрології.

*Проведення експерименту.* Виконання експерименту є найважливішим і трудомістким етапом. Експериментальні дослідження необхідно здійснювати відповідно до затвердженого плану-програми й особливо методики експерименту. Розпочинаючи останній, остаточно уточнюють методику його проведення, послідовність випробувань.

*Обробка та аналіз експериментальних даних.* Завершується експеримент переходом від емпіричного вивчення до обробки отриманих даних, логічних узагальнень, аналізу і теоретичної інтерпретації отриманого фактичного матеріалу.

#### **1.4.4. Загальні вимоги до проведення експерименту**

При проведенні експерименту потрібно дотримуватися таких загальних вимог:

- об'єкт дослідження повинен допускати можливість опису системи змінних, що визначають його функціонування;
- потрібно мати можливість проведення якісних та кількісних вимірів факторів, які впливають на об'єкт дослідження, зміну його стану або поведінки під час експерименту;
- опис об'єкта експериментального дослідження слід виконувати в системі його складових;
- потрібне обов'язкове визначення й опис умов існування об'єкта дослідження (галузь, тип виробництва, умови праці тощо);
- варто мати чітко сформульовану експериментальну гіпотезу про наявність причинно-наслідкових зв'язків;

- необхідне предметне визначення понять сформульованої гіпотези експерименту;
- потрібне обґрунтоване виділення незалежної та залежної змінних;
- необхідний обов'язковий опис специфічних умов діяльності об'єкта дослідження (місце, час, соціально-економічна ситуація тощо).

#### **1.4.5. Типові помилки в проведенні експерименту**

1. Сформульовані гіпотези не відбивають проблемну ситуацію, суттєві залежності у цьому об'єкті.
2. Як незалежну змінну виділено фактор, який не може бути причиною, сталою детермінантою процесів, що відбуваються у даному об'єкті.
3. Зв'язки між залежною та незалежною змінною мають випадковий характер.
4. Допущено помилки в попередньому описі об'єкта, що призвело до неправильної емпіричної інтерпретації змінних і вибору неадекватних показників.
5. Допущено помилки при формулюванні дослідних і контрольних вихідних результатів експерименту, виявляється значна їх різниця, що викликає сумніви в можливості порівняти ці групи за складом змінних.
6. Важко підібрати контрольний об'єкт за однорідними або схожими з експериментальними параметрами.
7. При аналізі результатів експерименту переоцінюється вплив незалежної змінної на залежну без урахування впливу випадкових факторів на зміни в експериментальній ситуації.

#### **1.4.6. Види джерел інформації**

Наукові дослідження в будь-якій галузі науки повинні базуватися на надійній і достовірній інформації. Обов'язковою вимогою до дослідника є всебічне та глибоке вивчення ним досвіду попередників, які займалися розв'язанням як обраної, так і суміжних проблем.

У широкому розумінні *інформація* – це знання, відомості, дані, які отримуються та нагромаджуються в процесі розвитку науки й у практичній діяльності людей; у вузькому розумінні – це дані, котрі є об'єктом обробки, передачі та зберігання.

*Наукова інформація* – це сукупність будь-яких відомостей про стан і зміни параметрів об'єктів дослідження або відповідності їх нормативно-правовим актам.

*Науковим документом, або документом науково-технічної інформації*, називається носій, у котрому в той чи інший спосіб зафіксовані наукові відомості (дані) або науково-технічна інформація, в яких повинно бути відмічено, ким, де і коли він був створений.

Документи науково-технічної інформації представлені такими основними групами: *друковані, машинописні (рукописні)*.

*Друковані джерела інформації* включають: навчальні; наукові; нормативні; статистичні; інші матеріали.

*Навчальні матеріали* – це видання літератури з навчальних дисциплін (підручники, навчальні посібники, програмно-методичні матеріали), призначені для підготовки спеціалістів в окремих галузях.

*Підручник* – це навчальне видання, яке містить систематизоване викладення навчальної дисципліни (її розділу, частини), відповідає навчальній програмі й офіційно затверджене Міністерством освіти і науки України як такий вид видання.

*Навчальні посібники* – це друковані, графічні, наочні та інші матеріали (книги, таблиці, карти, картини, макети, моделі, діапозитиви, кінофільми тощо), що використовуються у процесі навчання з метою забезпечення кращого засвоєння учнями знань, умінь і навиків.

*Наукові матеріали* видаються у вигляді монографій, узагальнюючих наукових праць, збірників статей, рефератів, тез, у яких висвітлюються різні наукові проблеми.

*Монографія* – це наукова праця у вигляді книги, котра містить повне або поглиблене дослідження однієї проблеми чи теми, яка належить одному або декільком авторам.

*Стаття* – відомості обсягом, як правило, в декілька машинописних сторінок, опубліковані в науковому чи науково-популярному журналі, збірнику наукових праць або газеті.

*Реферат* – короткий виклад (усний чи письмовий) наукової праці, вчення, змісту книги, результатів наукового дослідження.

*Тези* – короткий виклад основних положень лекції, доповіді, твору.

*Тези доповідей наукової конференції* – науковий неперіодичний збірник, який містить опубліковані до початку конференції матеріали попереднього характеру (анотації, реферати доповідей і (або) повідомлень).

*Нормативні матеріали* видаються органами законодавчої та виконавчої влади різних рівнів у вигляді законів, наказів, інструкцій, положень (стандартів) тощо і містять основні норми й правила та є основою для здійснення будь-якої діяльності.

*Статистичні матеріали* – відомості про розвиток народного господарства, подані у вигляді таблиць, узагальнених у щорічних статистичних збірниках, що видаються Державним комітетом статистики України.

Група *інших матеріалів* представлена науково-популярними, рекламними, патентно-ліцензійними, довідковими, бібліографічними, виробничими матеріалами тощо.

*Науково-популярні матеріали* – це брошури та книги з окремих питань, призначені для пропаганди наукових знань серед широкого кола читачів, зайнятих насамперед у матеріальному виробництві.

*Патентно-ліцензійні джерела інформації* – це права на використання інтелектуальної власності або трудову діяльність у певній сфері економіки.

*Довідники* – це довідкові видання, які мають прикладний, практичний характер, мають систематизовану структуру чи побудовані за алфавітом заголовків статей.

*Бібліографічні джерела інформації* – це видання книжного або журнального типу, що містять науковий, систематизований перелік і опис друкованих видань.

До *рукописних документів* відносять носії інформації, які не пройшли редакційно-видавничу обробку і не виготовлені поліграфічним способом (дисертації, науково-технічні звіти, документи обліку господарської діяльності тощо).

*Дисертація* є кваліфікаційною науковою працею у вигляді спеціально підготовленого рукопису чи опублікованої монографії. Підготовлена до захисту дисертація повинна містити висунуті здобувачем науково обґрунтовані теоретичні або експериментальні результати, наукові положення, а також характеризуватися єдністю змісту і свідчити про особистий внесок здобувача в науку.

*Звіт з науково-дослідної роботи (НДР)* – науково-технічний документ, який містить систематизовані дані про науково-дослідну роботу, описує процес чи результати науково-технічного дослідження.

Особливим видом рукописних документів є *депоновані твори*. Депонованими називаються наукові роботи, розраховані на обмежене коло користувачів, які недоцільно видавати масово (як книги, журнали, брошури). Депонування здійснюється централізовано органами науково-технічної інформації, функції яких в Україні виконує Інститут науково-технічної та економічної інформації.

#### **1.4.7. Пошук необхідної інформації, порядок її обробки та групування**

Методика пошуку необхідної інформації складається з кількох етапів і передбачає пошук відповідей на чотири основні питання, які повинен ставити перед собою дослідник: *що?, де?, як (яким чином) шукати?, як опрацювати?*

*Етап 1 (Що шукати?)* – виділення основних проблем, питань, завдань теми дослідження та ключових понять.

*Етап 2 (Де шукати?)* – визначення переліку джерел, у яких може висвітлюватися інформація щодо виділених проблемних питань.

*Етап 3 (Як шукати?)* – вибір прийомів, за допомогою яких здійснюватиметься робота з обраними літературними джерелами (опрацювання каталогів бібліотек, робота в мережі Internet і з інформаційною базою тощо).

*Етап 4 (Як опрацювати?)* – одержання текстів (ксерокопіювання або ж читання) та їх безпосередня обробка.

Пошук інформації в бібліотеці.

*Бібліотечний каталог* – це перелік творів друку й інших документів,

наявних у фонді бібліотеки або групи бібліотек, складений у певному порядку, який є засобом повідомлення про склад і зміст бібліотечного фонду.

*Алфавітному каталогу* належить основне місце. За ним можна встановити наявність у бібліотеці творів того чи іншого автора або визначеної книги, автор чи назва котрої відомі.

*У систематичному каталозі* картки згруповані в логічному порядку за окремими галузями знань. *У предметному каталозі*, як і у систематичному, література групується за її змістом. Однак, на відміну від систематичного, в предметному каталозі література об'єднана в певні рубрики незалежно від того, з яких позицій вони викладені. Через це в предметному каталозі в одному місці знаходяться матеріали, котрі в систематичному каталозі були б розкидані в різні ящики.

Порядок роботи над літературними джерелами включає бібліографічний пошук літератури з теми досліджень, її вивчення, фіксацію початкових даних і їх використання у процесі наукового дослідження для створення нових знань.

Робота з друкованими та електронними джерелами інформації передбачає: загальне ознайомлення (ознайомлення зі змістом і швидкий перегляд джерела); уважне читання по розділах (виділення найважливішого тексту); вибіркоче читання тексту (перечитування найважливішого); складання плану прочитаного матеріалу (постановка проблем); виписка з прочитаного (повніше та чіткіше – цитата і бібліографічний опис із зазначенням тих сторінок, звідки взята цитата); оформлення картотек (бібліографічна картотека, картотека виписок, картотека рефератів, картотека іноземної літератури); зіставлення та критичне оцінювання прочитаного (запис зауважень). При цьому необхідно уникати накопичення матеріалу, що не стосується обраної теми й об'єкта дослідження.

*Досвід свідчить, що приблизно 30 – 40% літературних джерел, початково відібраних за їх назвою, виявляються некорисними при роботі над темою.*

Незалежно від того, на якому носії (електронному чи паперовому) зафіксована інформація з літературного джерела, вона повинна бути згрупована за однорідними ознаками для використання в процесі дослідження. Такою ознакою здебільшого є питання, які містяться у плані теми дослідження.

Записи на паперових картках зручно групувати у спеціальні картотеки, але вони повинні мати картонні розподільники з індикаторами за планом дослідження. При використанні комп'ютерів варто накопичувати виписки в окремих файлах, що відповідають розділам роботи. Потім, у процесі вторинного групування матеріалу, необхідний текст буде переноситися в основний файл наукової роботи.

У процесі вивчення дослідник опрацьовує велику кількість літератур-

них джерел, інформацію з яких неможливо запам'ятати чи виписати в повному обсязі, тому необхідно при її обробці використовувати такі способи фіксації інформації: *анотація; резюме; тези; реферат; цитата; конспект; покажчики.*

*Анотація* є стислою характеристикою книги, статті, рукопису тощо. За своїм характером анотації можуть бути *довідковими* та *рекомендаційними*, тобто такими, котрі містять критичну оцінку твору.

*Резюме* – це короткий підсумок прочитаного твору, в якому містяться висновки й головні підсумки.

*Тези* – положення, котрі коротко викладають одну з основних думок лекції, доповіді тощо.

*Цитата* – дослівний уривок із твору певного автора, що наводиться для підтвердження або заперечення висловлюваної думки.

*Реферат* – це скорочене викладення змісту наукового твору з основними даними та висновками. Реферат – це не механічний переказ роботи, а викладення її суті.

*Посторінкові покажчики джерел.* У процесі ознайомлення з джерелами інформації не потрібно поспішати відразу ж конспектувати прочитане, а доцільно складати посторінкові покажчики до джерел, які вивчаються.

## Розділ 1.5 МОДЕЛЮВАННЯ У НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

### 1.5.1. Поняття моделювання. Використання математичних методів у дослідженнях

Моделювання як метод наукового пізнання виникло у зв'язку з необхідністю розв'язання завдань, які з тих чи інших причин не можуть бути розв'язані безпосередньо. Вони виникають у випадках, коли об'єкт або недосяжний для дослідника, або він ще не існує і потрібно обрати оптимальний варіант його створення, або дослідження реального об'єкта вимагає багато часу та економічно не вигідне тощо. При моделюванні використовується принцип аналогії, ґрунтуючись на котрому в процесі наукового дослідження висувуються гіпотези, тобто передбачення, що будуються на невеликій кількості дослідних даних, спостережень, інтуїтивних припущень, перевірка правильності яких здійснюється шляхом експерименту. Таким чином, модель виконує функцію проміжної ланки між дослідником та об'єктом пізнання. Метод моделювання передбачає, що об'єкт вивчається не безпосередньо, а шляхом дослідження іншого об'єкта, який у певному сенсі є аналогом першого.

Модель (від лат. *modulus* – міра) – це певний умовний образ об'єкта дослідження, котрий замінює останній і перебуває з ним у такій відповідності, яка дозволяє отримати нове знання. Модель будується для того, щоб

відобразити характеристики об'єкта (елементи, взаємозв'язки, структурні та функціональні властивості), суттєві з точки зору мети дослідження. Отже, моделювання пов'язане зі спрощенням, огрубленням прототипу, абстрагуванням від низки його властивостей, ознак, сторін. Схема органу державного управління, наприклад, є його графічною моделлю, що відображує його структуру.

Характерною ознакою моделей можна вважати їх спрощеність стосовно оригіналу або реальної життєвої ситуації, яку моделюють. Спрощеність моделей є неминучою, тому що оригінал лише в обмеженій кількості відношень відображується в моделі. Надмірно спрощена модель, проте, може призвести до невідповідності з досліджуванним об'єктом, що унеможливило його вивчення. З іншого боку, урахування в моделі якомога більшої кількості властивостей, ознак, сторін об'єкта призводить до ускладнення процесу дослідження.

Отже, моделювання з точки зору наукового дослідження – це метод опосередкованого пізнання за допомогою штучних або природних систем, котрі зберігають певні особливості об'єкта і таким чином, заміщуючи його, дають змогу отримати нове знання про оригінал. У системному аналізі моделі є дуже важливим компонентом дослідження та проектування нових систем. Не менш важливий і прагматичний аспект моделювання, при якому модель розглядається як засіб керування системою, засіб організації практичних дій, спосіб подання цілей діяльності.

Модель є цільовим відображенням об'єкта-оригінала, що виявляється у множинності моделей одного й того ж об'єкта, тобто для різних цілей або завдань дослідження можна будувати різні моделі, тому ціль чи завдання дослідження визначають, які саме ознаки системи мають бути відображені в моделі. Отже, питання про якість такого відображення – адекватність моделі реальності – правомірно вирішувати лише стосовно поставленої мети. Процес дослідження реальних систем, що охоплює побудову моделі, дослідження її властивостей і перенесення одержаних відомостей на реальну систему, називають моделюванням.

Основна функція моделі – це її використання як засобу пізнання. До конкретизованих (похідних від основної) функцій належать:

- засіб наукового осмислення дійсності;
- засіб спілкування;
- засіб навчання і тренування;
- інструмент прогнозування;
- засіб постановки та проведення експерименту.

Модель як засіб осмислення дійсності дає можливість упорядкувати й формалізувати початкові уявлення про об'єкт дослідження. У процесі побудови моделі виявляються суттєві взаємозв'язки та залежності, послідовність дій (алгоритм) і необхідні ресурси. Як засіб спілкування модель дає змогу точніше сформулювати основні поняття та стисло описати систему,

дозволяє пояснити причинно-наслідкові зв'язки та загальну структуру системи, що досліджується та моделюється. Використання моделей для навчання і тренування сприяє підвищенню ефективності та скороченню тривалості навчання. Імітація різноманітних практичних ситуацій на моделі, особливо проблемних і критичних, інформація про дії попередників підвищує якість освіти. Одним із прикладів застосування моделей є ділові ігри, які застосовуються адміністративним персоналом, менеджерами тощо. Для прогнозування використовуються так звані прогностичні моделі, що дають змогу передбачити поведінку системи в майбутньому на основі інформації про її ретроспективу.

Як засіб проведення наукового експерименту модель застосовується в тих випадках, коли проведення реального експерименту неможливе або недоцільне. При використанні моделі у сфері управління системою передбачається, зокрема, імітаційне моделювання для прийняття управлінських рішень, у плануванні, при підготовці персоналу тощо.

### **1.5.2. Структура та рівні модельного дослідження**

Модельне дослідження має таку структуру: постановка задачі; створення або вибір моделі; дослідження моделі; перенесення знання з моделі на оригінал.

Для створення моделі доцільно передусім вербально схарактеризувати систему, тобто описати:

- зовнішнє середовище
- зв'язки системи із зовнішнім середовищем;
- елементний склад системи, її частин, які можуть розглядатися як підсистеми;
- зв'язки між елементами системи (чи найважливіші зв'язки, якщо неможливо описати всі);
- дію або функціонування системи.

Такий опис можна вважати початковою моделлю системи, яка є базою для створення спеціалізованих моделей: графічних, математичних, статистичних тощо.

Процес побудови моделі складається з таких основних етапів:

- постановка завдання моделювання;
- вибір виду моделі;
- перевірка моделі на достовірність;
- застосування моделі;
- оновлення моделі.

Основна проблема при моделюванні систем полягає в тому, що доводиться шукати компроміс між простотою описування та необхідністю врахування численних факторів і характеристик складної системи. Як правило, цю проблему розв'язують через ієрархічне представлення системи, тобто

система описується не однією моделлю, а кількома чи групою моделей, кожна з яких описує поведінку системи з огляду на різні рівні абстрагування. Для кожного рівня ієрархії існують характерні особливості та змінні, закони та принципи, за допомогою котрих описується поведінка системи. Для того щоб таке ієрархічне представлення було ефективним, необхідна якомога більша кількість незалежних моделей для різних рівнів системи, хоча кожна модель має певні зв'язки з іншими.

Процес поділу системи на рівні, що характеризують технологічні, інформаційні, економічні та інші аспекти її функціонування, називають *стратифікацією системи*, а самі рівні – *стратами*. На кожній страті в ієрархії структур є власний набір змінних, які дають змогу обмежитися лише дослідженням одного аспекту системи, однієї страти. Незалежність страт дозволяє глибше та детальніше досліджувати системи, хоча припущення про їхню незалежність може призвести до неповного розуміння поведінки системи загалом. Загальні властивості стратифікованого описування систем можна сформулювати так:

- вибір страт, у термінах яких описується система, залежить від спостерігача (дослідника), його знань і мети дослідження;
- аспекти функціонування системи на різних стратах у загальному випадку незалежні між собою, тому принципи й закони, що використовуються для характеристики системи на довільній страті, в загальному випадку не можна вивести із принципів та законів, які використовуються в інших стратах;
- для кожної страти існує своя мова описування, набір термінів, концепцій і принципів.

Головними рівнями дослідження та моделювання систем є мікро- й макрорівень. Мікрорівневе моделювання системи пов'язане з детальним описом кожного компонента системи, дослідженням її структури, функцій, взаємозв'язків тощо. Практична реалізація найважливішого етапу мікромоделювання – виявлення елементів системи та взаємозв'язків між ними – пов'язана з необхідністю подолання суперечності між бажанням повного дослідження кожної з підсистем та елементів системи, реальною можливістю дослідити при цьому структуру системи в цілому і принципи її функціонування.

Макрорівневе моделювання полягає в ігноруванні детальної структури системи та вивченні лише загальної її поведінки як єдиного цілого. Метою тут є побудова моделі системи через дослідження її взаємодії із зовнішнім середовищем (моделі типу «вхід – вихід» або «чорна скриня»). Найпростішою моделлю системи є так звана модель «чорної скрині», в якій акцент робиться на функціях і поведінці системи, а про її будову є лише опосередкована інформація, що відображається у зв'язках із зовнішнім середовищем. Зв'язки із середовищем, які йдуть у систему (входи), дають можливість впливати на неї, використовувати її як засіб, а зв'язки, що йдуть із

системи (виходи), є результатами її функціонування, які або впливають на зміни в середовищі, або споживаються зовні системи.

Як «чорна скриня» розглядається об'єкт дослідження, внутрішня структура якого невідома чи не береться до уваги. Іноді достатньо змістовного опису входів і виходів системи. З такими моделями людина дуже часто має справу в повсякденному житті: наприклад, для роботи за комп'ютером не обов'язково досконало знати його внутрішню будову.

Метод описування систем за допомогою «чорної скрині» полягає у знаходженні та моделюванні взаємозв'язків між входами та виходами системи. Спостерігаючи достатньо довго за входами й виходами такої системи, можна досягти такого рівня знань про її властивості, який уможливить передбачення змін у вихідних компонентах при будь-якій зміні вхідних, тобто можна знайти відображення  $f(X) \rightarrow Y$ . Для досягнення цієї мети будують спеціальні математичні моделі, що базуються на принципі «чорної скрині». Найчастіше для цього застосовують методи регресійного аналізу, математичної статистики і планування експерименту.

### **1.5.3. Класифікація моделей**

Класифікація моделей здійснюється за різними класифікаційними ознаками: ступінь визначеності, закономірності зміни параметрів моделі, фактор часу, засоби описування та оцінювання, природа моделі.

За ступенем визначеності моделі класифікуються таким чином:

- детерміновані моделі, для яких характерним є те, що за певних значень вхідних параметрів на виході можна отримати лише один результат;
- стохастичні моделі, у котрих змінні, параметри й умови функціонування, стан системи є випадковими величинами та пов'язані стохастичними залежностями;
- невизначені моделі, в яких розподіл імовірностей певних параметрів може або взагалі не існувати, або ж бути невідомим.

За закономірностями зміни своїх параметрів моделі поділяються на дискретні, неперервні й дискретно-неперервні. Для дискретної моделі характерно, що множини припустимих значень вхідних і вихідних параметрів є дискретними, а у неперервних моделях усі змінні та параметри – неперервними.

За фактором часу розрізняють статичні й динамічні моделі. У статичній моделі всі параметри та залежності співвіднесено до одного моменту часу, тобто в явному вигляді відсутня залежність від часу. У динамічних моделях значення параметрів явно залежать від часу. Дуже часто динамічна модель отримується як певна послідовність статичних моделей.

Залежно від засобів описування й оцінювання вирізняють дескриптивні та нормативні моделі. У дескриптивних моделях не використовуються визначені критерії ефективності функціонування системи, тому за їх допо-

могою лише описується, аналізується її поведінка. Нормативні моделі охоплюють такі критерії, тому вони характеризують норму функціонування системи і використовуються в процесі прийняття управлінських рішень, при проектуванні систем.

За природою моделі можна виокремити два основних класи: предметні та знакові. Предметні моделі поділяються на природні й штучні, а знакові – на мовні (вербальні) та математичні (аналітичні й імітаційні). Безперечно, що за допомогою лише моделі типу «чорна скриня» неможливо вивчити внутрішню структуру системи. Для детальнішого опису систем використовують моделі складу та моделі структури. Модель складу системи відображає, з яких елементів і підсистем складається система, а модель структури застосовується для відображення відношень між елементами та зв'язків між ними.

На перший погляд здається, що описати склад системи – це просте завдання. Однак, якщо різним експертам дати завдання побудувати модель складу однієї системи, то їхні результати можуть суттєво відрізнятись. Так, наприклад, Харківська національна академія міського господарства, з погляду ректора, головного бухгалтера та начальника служби охорони, буде складатись із різних підсистем.

Головна проблема при побудові моделі складу полягає в тому, що поділ цілої системи на частини відносний, залежить від мети дослідження (це стосується також визначення меж системи). Крім цього, відносним є поняття елемента: те, що, з одного погляду є елементом, з іншого – може бути підсистемою.

Черговим кроком у моделюванні системи є модель структури, що описує суттєві зв'язки між елементами та підсистемами. При застосуванні графічних моделей будову систем подають у вигляді так званих структурних схем.

Структурні схеми наочні й містять інформацію про велику кількість властивостей системи.

#### **1.5.4. Методи моделювання систем**

У процесі дослідження реальних систем і побудови їх моделей використовуються різні методи моделювання, що залежать від характеристик об'єкта, рівня знань про нього, мети дослідження та вимог до моделі. Найпоширенішими системно-методологічними підходами до моделювання є аксіоматичний, імітаційний, оптимізаційний і «чорної скрині».

Аксіоматичне моделювання полягає у відповідній інтерпретації та перекладі змістовного опису системи мовою чітких математичних термінів і відношень, у процесі чого усуваються неясності, суперечності, неповнота або надлишковість, які властиві вербальному описові системи.

Емпірико-статистичне моделювання використовує широко відомий кібернетичний принцип «чорної скрині», що не дозволяє отримати модуль

структури системи, причинно-наслідкових зв'язків і механізмів її функціонування. У результаті моделювання отримують моделі типу «вхід – вихід», які базуються на теоретичних гіпотезах про форми взаємозв'язку між входами та виходами системи.

Оптимізаційне моделювання передбачає включення у модель як взаємозв'язків між змінними та параметрами, так і критерії в якості функціонування системи. Імітаційні моделі складних систем надзвичайно поширені внаслідок своєї універсальності, можливості проведення численних експериментів, передбачення різноманітних змін.

За мірою повноти опису моделювання поділяють на *повне, неповне й наближене*. Повне моделювання передбачає побудову моделі, адекватної об'єкту дослідження у просторі та часі. Для неповного моделювання ця адекватність не зберігається. При наближеному моделюванні беруться до уваги лише найважливіші аспекти системи.

Залежно від характеру досліджуваних процесів у системі моделювання поділяють на детерміноване та стохастичне, статичне і динамічне, неперервне та дискретно-неперервне. *Детерміноване* моделювання відображає процеси, для яких передбачається відсутність випадкових впливів, а *стохастичне* враховує випадкові процеси й події. *Статичне* моделювання застосовується для описування стану системи у фіксований момент, а *динамічне* – для дослідження поведінки системи у часі.

*Дискретне, неперервне та дискретно-неперервне* моделювання застосовують для опису процесів, які змінюються в часі. Залежно від форми подання об'єкта моделювання поділяють на *реальне й абстрактне*. При реальному моделюванні використовують можливість дослідження характеристик на реальному об'єкті чи на його частині, а при абстрактному – проводять дослідження на реальному об'єкті з подальшим обробленням результатів експерименту на основі теорії подібності. Фізичне моделювання здійснюється через відтворення досліджуваного процесу на моделі, яка в загальному вигляді має відмінну від оригіналу природу, але однаковий математичний опис процесу функціонування.

Абстрактне моделювання має різні види: *наочне, символічне, математичне*. При наочному на базі уявлень людини про реальні об'єкти створюють наочні моделі, що відображають явища та процеси, які відбуваються в об'єкті. Символічне моделювання – штучний процес створення об'єкта, що замінює реальний і виражає основні його властивості через певну систему знаків і символів. Воно поділяється відповідно на мовне та знакове. В основі мовного моделювання лежить деякий тезаурус, який утворюється з набору вхідних понять, причому цей набір має бути фіксованим. Під тезаурусом розуміють словник, одиниці котрого містять набори ознак, що характеризують родово-видові зв'язки та згруповані за змістовною близькістю. Тезаурус – це словник, який не містить неоднозначних слів; кожному його слову відповідає лише одне поняття.

Дослідження математичної моделі дає змогу отримати характеристики реального об'єкта чи системи. Вигляд математичної моделі залежить як від природи системи, так і від завдань дослідження. Математична модель системи містить, як правило, опис множини можливих станів системи та закон переходу з одного стану в інший. Математичне моделювання охоплює імітаційне, інформаційне, структурне, ситуаційне тощо.

При *імітаційному моделюванні* намагаються відтворити процес функціонування системи у часі за допомогою деяких алгоритмів. При цьому імітуються основні явища, що утворюють процес, який розглядається, зі збереженням їх логічної структури й послідовності перебігу в часі. Це уможливорює отримання інформації про стан процесу в певний момент та оцінку характеристик системи. Імітаційні моделі дають змогу враховувати такі ознаки, як дискретність і неперервність елементів системи, нелінійність їхніх характеристик, випадкові збурення тощо.

*Інформаційне (кібернетичне) моделювання* пов'язане з побудовою моделей, для яких відсутні безпосередні аналоги фізичних процесів. У такому разі намагаються відобразити лише деяку функцію та розглядають об'єкт як «чорну скриню», що має певну кількість входів і виходів. Таким способом моделюють лише окремі зв'язки між входами та виходами. Отже, в основі кібернетичних моделей лежить відображення окремих інформаційних процесів регулювання й управління, що дає змогу оцінити поведінку реальної системи. Для побудови моделі необхідно виокремити досліджувану функцію реального об'єкта та спробувати формалізувати її через окремі оператори зв'язку між входом і виходом.

*Структурне моделювання* базується на специфічних особливостях структур певного вигляду, котрі використовують як засіб дослідження систем або для розроблення на їх основі із застосуванням інших методів формалізованого опису систем (теоретико-множинних, лінгвістичних) і специфічних підходів до моделювання. Структурне моделювання охоплює:

- методи мережевого моделювання;
- структурний підхід до формалізації структур різних типів (ієрархічних, матричних та ін.) на основі теоретико-множинного їх подання й поняття номінальної шкали теорії вимірювання;
- поєднання методів структуризації з лінгвістичними.

*Ситуаційне моделювання* базується на модельній теорії мислення, в рамках якої можна описати основні механізми регулювання процесів прийняття рішень. В основі модельної теорії мислення є формування у свідомості та підсвідомості людини інформаційної моделі об'єкта чи зовнішнього світу. Основа побудови ситуаційної моделі – опис об'єкта у вигляді сукупності елементів, пов'язаних між собою певними відношеннями, які відбивають семантику предметної галузі. Модель об'єкта має багаторівневу структуру і є інформаційним контекстом, на тлі котрого здійснюються процеси управління.

### **1.5.5. Елементи теорії планування експерименту**

Теорія математичного експерименту включає ряд концепцій, які забезпечують успішну реалізацію завдань дослідження. До них відносять *концепції рандомізації, послідовного експерименту, математичного моделювання, оптимального використання факторного простору* і деякі інші.

*Принцип рандомізації* полягає в тому, що до плану експерименту вводять елемент імовірності. Для цього план експерименту складають так, щоб ті систематичні фактори, які складно піддаються контролю, враховувалися статистично і потім виключалися в дослідженнях як систематичні похибки.

При *послідовному проведенні експерименту* виконується не одночасно, а поетапно, для того щоб результати кожного етапу аналізувати та приймати рішення про доцільність проведення подальших досліджень.

У результаті експерименту одержують рівняння регресії, яке часто називають *математичною моделлю процесу*. Для конкретних випадків математична модель створюється на основі цільової направленості процесу та завдань дослідження з урахуванням визначеної точності рішення й достовірності вихідних даних, яка звичайно проводиться за критерієм Фішера. У зв'язку з тим, що ступінь полінома, котрий адекватно описує процес, передбачити неможливо, спочатку намагаються описати явище лінійною моделлю, а потім, якщо вона неадекватна, підвищують ступінь полінома, тобто виконують експеримент поетапно.

Важливе місце в теорії планування експерименту займають питання *оптимізації* процесів, що досліджуються, якостей багатокомпонентних систем або інших об'єктів. Як правило, не можна знайти таке поєднання значень факторів впливу, при якому одночасно досягається екстремум усіх функцій відгуку. Тому в більшості випадків за критерій оптимальності вибирають лише одну зі змінних стану – функцію відгуку, що характеризує процес, а інші беруть прийнятними для цього випадку.

## **Розділ 1.6**

### **ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДІВ ЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

#### **1.6.1. Загальна класифікація методів екологічних досліджень**

Більшість екологічних досліджень здійснюється з використанням системного аналізу та комплексного підходу. Останнім часом значно поширився синергетичний підхід, що досліджує складно організовані системи. Поряд із цим в екологічних дослідженнях застосовують методи та методичні прийоми, запозичені з інших галузей знань. Ці методи можна об'єднати в кілька груп. Насамперед це – група методів, за допомогою яких здійснюють оцінювання якості довкілля (моніторинг). До них відносять: біомоніторинг, біоіндикацію, дистанційний аерокосмічний та геоекологічний моніторинги.

Другою групою методів екологічних досліджень слід вважати вивчення

впливу екологічних чинників на життєдіяльність організмів. Це – методи спостереження в природі й експерименти в лабораторіях – токсикологічні, біохімічні, біофізичні, фізіологічні та ін.

До третьої групи належать ландшафтно-екологічні дослідження. Це, перш за все, наземні методи (опису, математичні, геохімічні, геофізичні); дистанційні (аерометоди, космічні); комбіновані. Слід зазначити, що ландшафтно-екологічні дослідження, як правило, спрямовані на оцінювання екологічного стану ландшафтів, чинників і процесів його динамічних змін. Застосовують цей метод найчастіше для вивчення сучасної ландшафтно-структури території, прогнозного оцінювання динаміки техногенних процесів та антропогенних змін ландшафтів, екологічного картування ландшафтів і вивчення типів антропогенних перетворень ландшафтів.

Зміст основних методів екологічних досліджень наведено у таблиці 3.

Таблиця 3

Методи наукових досліджень в екології

Назва методу	Зміст методу наукового дослідження в екології
1	2
Картографічний	Метод застосовують при дослідженні закономірностей і взаємозв'язків, динаміки розвитку явищ. Здійснюють це накладанням двох карт і вивченням узгодженості контурів на них.
Геофізичний	Метод використовують для вивчення фізичних властивостей геосистем, а саме: процесів обміну речовиною, енергією та інформацією геосистем з довкіллям і всередині себе. Застосовують на практиці два підходи: аналізу-синтезу (баланси геосистем: радіаційного, теплового, водного й балансу речовини), опису (типізації станів геосистем у розрізі сезонів року).
Математичний	Метод застосовують спрощеного відображення дійсності логіко-математичними формулами, які передають у конкретному вигляді дані про структуру, взаємозв'язки і динаміку досліджуваних географічних явищ. Найчастіше в дослідженнях використовують методи математичної статистики (факторний аналіз і метод головних компонент), а також метод потенційних функцій, метод гіперплощин, метод гіперсфер.
Імітаційного моделювання	Метод застосовують для дослідження просторового розповсюдження хвороб, епідемій. Використовують моделі: гравітаційні (аналогі, моделі тяжіння Ньютона); диференціальних рівнянь (імітують просторово-часове розповсюдження хвороб); Монте-Карло (Колмогорова, Жеденко).
Гідрохімічний	Метод забезпечує вивчення речовинного складу поверхневих та підземних вод. Обсяги гідрохімічних досліджень визначають, виходячи з природної захищеності водних ресурсів і рівнів їх забруднення.

1	2
Екологічний аудит	Метод застосовується для екологічного експрес-оцінювання інвестиційних ризиків, оцінювання екологічного стану ділянки території, екоаудиту продукції виробництва і виробничої діяльності та екоаудиту системи екологічного менеджменту підприємств і організацій. Особи, які виконують екологічний аудит, повинні мати відповідний державний документ – сертифікат (ліцензію на право здійснення екологічного аудиту).
Біогеохімічний	Метод використовується для вивчення речовинного складу рослинності залежно від впливу на навколишнє середовище будь-якого специфічного забруднювача. Цим методом досліджують молоді рослини чи паростки 3 – 5- річного віку, бажано одного виду. Вивчають також трав'янисту рослинність, лишайники, мохи, опале листя. На сільськогосподарських угіддях досліджують сільськогосподарські культури.
Гідрогеологічний	Метод застосовується для вивчення гідрохімічних, гідродинамічних і гідрофізичних особливостей стану підземних вод та їх змін у просторі та часі. Схеми розташування гідрогеологічних пунктів спостережень, обсяги і режими досліджень визначаються конкретною природно- техногенною обстановкою.
Геохімічний	Метод використовують для вивчення геохімічних характеристик різних компонентів природного середовища й оцінювання кількісних характеристик міграції забруднюючих речовин. При геохімічних дослідженнях вивчають: геохімію ґрунтів і порід зони аерації; гідрогеохімію підземних вод; геохімію донних відкладів; біогеохімію рослинних угруповань; гідрохімію атмосферних опадів.
Біоіндикаційний	Метод застосовують для оцінювання абіотичних і біотичних чинників середовища за допомогою біологічних систем (індикаторів). Ними можуть бути рослини, мікроорганізми, гриби. Біоіндикатори використовують при веденні двох типів моніторингу: пасивного й активного. При пасивному моніторингу виявляють видимі та непомітні пошкодження чи відхилення від норми впливу на організми, що вільно живуть у природі. При активному моніторингу виявляють вплив біотичних і абіотичних чинників на тест-організми, які перебувають як у стандартизованих умовах, так і на досліджуваній території.

### 1.6.2. Географічний опис

Метод географічного опису використовують для вивчення елементарних природно-територіальних комплексів (ПТК) і територій різного розміру (ландша-

фтів). Слід зазначити, що географічні описи можуть бути комплексними та проблемними. Типовим зразком комплексних описів може бути опис ландшафтів.

Метод широко застосовують для опису фації, яка складена однорідними породами, має однорідний режим зволоження, глибину залягання ґрунтових вод, однорідний мікроклімат, у її межах формується одна рослинна асоціація на одному різновиді ґрунту.

Під час описів установлюють парні зв'язки характеристик ПТК, а потім здійснюють аналіз зв'язків усередині чотирьох основних блоків: геоморфологічного, гідротермічного, біотичного і ґрунтового.

На підставі цього аналізу створюють модель взаємодії окремих блоків із видами ПТК (рис. 1). У випадках, коли ступінь зв'язку між факторами дуже сильний, коефіцієнт зв'язку  $K_i$  прагне до 1. Якщо зв'язку немає, то  $K_i$  близький до 0.

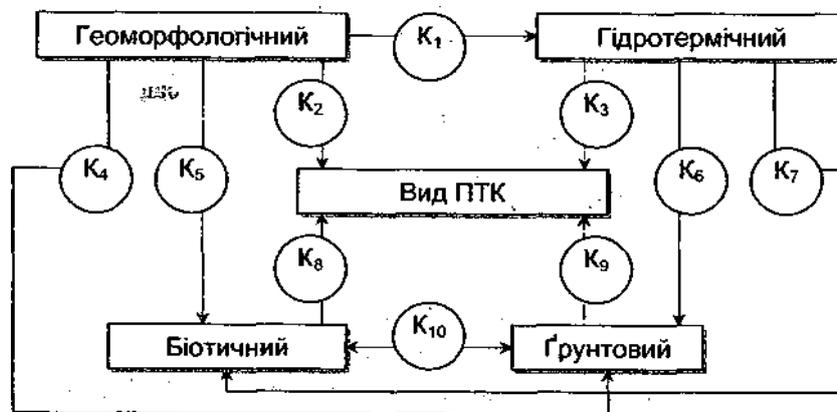


Рис. 1. Інформаційна модель взаємодії окремих блоків фації з видами ПТК і внутрішньоблокові зв'язки. Стрілками показано напрямки зв'язку,  $K_i$  – міра зв'язку

### 1.6.3. Космічний метод

Космічний метод використовують для вивчення структури і розвитку географічного середовища за матеріалами космічної зйомки, отриманої за допомогою реєстрації відображеного сонячного і штучного світла і власного випромінювання Землі з космічних літальних апаратів.

Отримані космічні знімки земної поверхні є моделями місцевості, що відображають реальну географічну структуру на момент знімання.

Космічні методи вдало доповнюють традиційні наземні й аерометоди. Їх спільне використання забезпечує дослідження одночасно на локальному, регіональному і глобальному рівнях.

Космічні методи найчастіше застосовують у картографуванні рельєфу при вивченні морфологічних характеристик водних об'єктів, гідрологічного режиму водних об'єктів, картографуванні гідрологічної мережі. Цим методом установлюють просторову диференціацію ґрунтового покриття, вивчають параметри ґрунтів

(гранулометричний склад, засоленість, вологість, температуру). За допомогою космічних методів (різномасштабних знімків) виявляють просторову структуру біоценозів, здійснюють біоценометричні, фенологічні дослідження та вивчають сезонну ритміку і багаторічну динаміку ландшафтів.

Значний інтерес становить застосування космічних знімків у вивченні генезису й історії розвитку природних ландшафтів, водно-болотних угідь та забруднення повітряного і водного басейнів.

#### 1.6.4. Геохімічний метод

Геохімічний метод застосовують для дослідження розподілу процесів міграції і концентрації хімічних елементів та їхніх сполук у різних геосферах. Виконують ці дослідження в рамках екологічного моніторингу, який поділяють на два види: фоновий, що полягає в контролі біологічних, геохімічних, геофізичних параметрів довкілля в районах, розташованих поза сферою впливу локальних джерел забруднення, та імпактний, спрямований на оцінювання ступеня забруднення і трансформації середовища в промислових, урбанізованих районах.

Серед геохімічних методів, що виконуються в рамках фонового моніторингу, виділяють:

- метод кларків;
- вивчення геохімічної структури ландшафту;
- метод біогеохімічних циклів.

*Метод кларків* застосовують для дослідження поширення хімічних елементів у різних природних середовищах (геосфері, екосистемах). Розрізняють глобальні, регіональні й локальні кларки.

На сьогодні встановлено низку глобальних кларків літосфери та основних типів гірських порід. Уміст хімічних елементів у різних типах гірських порід зазвичай відрізняється від кларку літосфери. Кількісно цю відмінність В.І. Вернадський запропонував виражати кларком концентрації (КК), що є відношенням вагового вмісту певного елемента в природному об'єкті  $C_1$  до кларку літосфери  $K$ :

$$KK = C_1 / K > 1. \quad (1)$$

Ця величина завжди більша ніж 0. Якщо  $KK = 1$ , то й уміст елемента в об'єкті дорівнює його вмісту в літосфері. У тому разі, коли  $C_1$  набагато менше  $K$ , для отримання цілих чисел і більшої контрастності показника доцільно розраховувати зворотні величини – кларки розсіювання (КР), що показують, у скільки разів кларк більший від умісту елемента в певному об'єкті.

Кларки гідросфери відображають коливання хімічного складу вод Світового океану, поверхневих, підземних і ґрунтових вод.

Кларки живої речовини характеризують хімічний склад організмів Землі. У процесі досліджень використовують три методи вираження хімічного складу біологічних об'єктів:

- з розрахунку на сиру масу організму;

- на масу сухої органічної речовини;
- на золу (цілого організму).

Слід ураховувати, що хімічний склад рослин залежить від двох основних чинників, а саме:

- екологічного, який визначає геохімічну обстановку зростання рослин, рівні вмісту хімічних елементів у живильному середовищі;
- генетичного, що визначається сімействами, родами і видами рослин.

М.А. Глазовська запропонувала визначати:

- коефіцієнт біогеохімічної активності  $K_v$  (відношення споживання елемента живою речовиною за рік до його винесення з йонним стоком з континентів до океану або з великих річкових басейнів);
- коефіцієнт деструкційної активності  $K_a$  (відношення надходження елемента в біосферу за рахунок видобутку і складування до споживання рослинністю).

На сьогодні розроблені методи вивчення біогеохімічних циклів елементів та методи аналізу фоновому функціонування ландшафту на основі вивчення потоків і балансів речовин та енергії, біогеохімічних кругообігів елементів.

Основною сферою застосування методів геохімії ландшафтів нині стало розв'язання проблем довкілля, зокрема виявлення кризових екологічних ситуацій через оцінювання забруднення ландшафтів. Ландшафтно-геохімічні методи використовують на всіх стадіях оцінювання стану локальних і регіональних природно-антропогенних геосистем.

Здійснюють ландшафтно-геохімічні дослідження у чотири етапи: підготовчий, польовий, лабораторний, камеральної обробки інформації.

Об'єкти польових спостережень – території ландшафтів та компоненти їхньої структури. Точки спостережень і їхні номери виносять на карту фактичного матеріалу польових ландшафтно-екологічних досліджень. Опис природних та антропогенно-техногенних ознак точок спостережень вносять до польового журналу.

У точках спостережень здійснюють відбір проб природних вод, ґрунтів, рослинності, позначаючи їх номери у польовому журналі й на етикетці стандартного зразка. Кількість проб та інтервали опробування відповідають проектній документації, обсяги проб – виду лабораторних досліджень. Номер, вид проби й запланований метод аналітичних вимірів заносять до польового журналу, вносять на етикетку проби та до журналу опробування.

Лабораторний етап досліджень суттєво відрізняється залежно від цільового змісту робіт. Вимоги до лабораторних робіт пов'язані з їхньою точністю та чутливістю методів аналізу. Достовірність лабораторних аналізів визначають за матеріалами лабораторного контролю, що виконується в обсязі 5% контрольних вимірювань, контрольні проби відбирають як частину основної, надаючи їм інший номер. За основними й контрольними вимірами розраховують систематичні та випадкові похибки вимірювань.

Методи обробки й аналізу ландшафтно-екологічних матеріалів визначають

передусім відповідно до цільового завдання та мети досліджень у цілому, які можна об'єднати у три групи питань:

- 1) з'ясування радіальної та латеральної структури ландшафтів території досліджень;
- 2) якісно-кількісне оцінювання антропогенно-техногенного стану, процесів, явищ і джерел впливу на територіях відповідних ландшафтів;
- 3) прогнозне оцінювання динаміки техногенних процесів та антропогенних змін території ландшафтів.

### **1.6.5. Прогнозні методи**

Екологічне прогнозування здійснюється з метою оцінювання передбачуваної реакції довкілля на пряму або опосередковану дію людини, розв'язання завдань майбутнього раціонального використання природних ресурсів у зв'язку з очікуваним етапом довкілля.

Прогнози поділяють за часом, масштабами прогнозованих явищ і змістом. За часом розрізняють такі види прогнозів: надкороточасні (до року), короткострокові (до 3–5 років), середньострокові (до 10 – 15 років), довгострокові (до кількох десятиліть наперед), наддовгострокові (на тисячоліття і більше). Проте, чим на більший час робиться прогноз, тим він менш точний.

За масштабами прогнозованих явищ прогнози поділяються на чотири групи: глобальні (їх називають також фізико-географічними), регіональні (в межах кількох країн світу), національні (державні), локальні (край, область, адміністративний район або ще менша територія).

За змістом прогнози належать до конкретних галузей наук – геологічні, екологічні, економічні, демографічні, метеорологічні та ін *Методи прогнозування наслідків антропогенної дії на довкілля*. Усі методи прогнозування можна об'єднати в дві групи: логічні й формалізовані.

До *логічних* належать методи індукції, дедукції, експертних оцінок, аналога, зміст яких розкритий при характеристиці теоретичних методів дослідження.

*Формалізовані* методи поділяють на статистичні, екстраполяції моделювання та ін.

*Статистичний* метод спирається на кількісні показники, які дають змогу зробити висновок про темпи розвитку процесу в майбутньому.

*Метод екстраполяції* – це перенесення встановленого характеру розвитку певної території або процесу на майбутній час. Так, якщо відомо, що у створенні водосховища за неглибокого розташування ґрунтових вод на ділянці почалося підтоплення та заболочування, то можна припустити, що надалі ці процеси триватимуть і призведуть зрештою до утворення тут болота.

*Моделювання* – метод дослідження складних об'єктів, явищ і процесів через їх спрощене імітування (натурне, математичне, логічне). Ґрунтується на теорії подібності (схожості) з об'єктом-аналогом. У свою чергу моделі поділяють на

матеріальні (наочні) та ідеальні (уявні). З матеріальних моделей у природокористуванні найпоширеніші фізичні. Наприклад, за створення великих проєктів, таких як будівництво ГЕС, пов'язаних зі змінами довкілля, спочатку будують зменшені моделі пристроїв і споруд, на яких досліджують процеси, що відбуваються за наперед запрограмованими діями.

Нині найбільшого значення набувають ідеальні моделі: математичні, кібернетичні, імітаційні, графічні.

Моделі *математичні* – за допомогою математичних символів дозволяють будувати спрощену абстрактну систему, подібну до системи, що вивчається. На наступному етапі досліджень, змінюючи значення окремих параметрів, досліджують, як зміниться штучна система, тобто її кінцевий результат. Математичні моделі, які створюються із застосуванням комп'ютерної техніки, називаються *кібернетичними*, а у випадках, коли ЕОМ беруть участь у самому процесі побудови моделі та проведенні модельних експериментів, отримали назву *імітаційних*.

Графічні моделі становлять блокові схеми (рис. 2) чи розкривають залежність між процесами у вигляді таблиці-графіка. Графічна модель дає змогу конструювати складні еко- і геосистеми.



Рис. 2. Блок-схема, на якій зображено чотири основні компоненти, які враховують у моделюванні екологічних систем (Одум, 1986): E – рухома сила; P – властивості; F – потоки; I – взаємодія

За розміром території всі моделі можуть бути: локальними, регіональними і глобальними.

Прогнози екологічного стану ландшафтів можна поділити на *якісні, кількісно-якісні та кількісні*.

Якісні прогнози здійснюють найчастіше у формі графічної моделі на підставі якісних і якісно-кількісних оцінок властивостей ландшафтів. Якісний прогноз дає відносну оцінку ділянок території, ранжуючи їх за інтенсивністю та характером прояву явища (або процесу) антропогенного та техногенного походження. Якісно-кількісні включають систему обґрунтованих кількісних параметрів характеристик ландшафту, здатних впливати на виявлення у часі елемента прогнозу.

Кількісне прогнозування виконують у вигляді статистичних моделей за емпіричними чи емпірично-теоретичними даними. Це математичні моделі динаміки розвитку антропогенних і техногенних процесів.

#### **1.6.6. Метод геоінформаційних систем**

З точки зору призначення географічна інформаційна система (ГІС), або геоінформаційна система – це інформаційна система, яка забезпечує збирання, зберігання, обробку, доступ, відображення та поширення просторово-орієнтованих даних (просторових даних). *З точки зору програмно-інформаційної реалізації ГІС – це сукупність електронних карт з умовними позначеннями об'єктів на них, баз даних з інформацією про ці об'єкти та програмного забезпечення для зручної роботи з картами і базами як з єдиним цілим.*

Методи ГІС застосовують для отримання знань про просторово-часові явища, потреб планування й управління природними ресурсами та вивчення систем «суспільство-природа».

Головна перевага ГІС перед іншими інформаційними системами полягає в можливості об'єднання різнорідних даних на основі географічної (просторової) інформації. Можливість зручного пошуку об'єктів за географічною чи іншою просторовою ознакою, пошуку об'єкта в базі даних за значеннями його атрибутів з подальшим з'ясуванням місця розташування на карті-схемі роблять ГІС-технології незамінними у створенні сучасних інформаційно-довідкових систем.

#### **1.6.7. Дистанційні методи дослідження навколишнього середовища**

Дистанційні методи – це комплекс апаратурних і методичних розробок, що дозволяють отримувати й інтерпретувати фото-, кіно- та телевізійні зображення, спектральні картини природних і штучних утворень, які доставляються або передаються з аерокосмічних засобів спостереження.

Головною практично значимою перевагою дистанційних методів моніторингу є інтеграція:

- *горизонтальна* – отримання на одному зображенні великих ділянок поверхні Землі;
- *вертикальна* – одержання на одному зображенні різних компонентів ландшафту: літосфери, гідросфери, біосфери, антропосфери та атмосфери;
- *динамічна* – отримання однією реєструючою системою послідовних зображень тієї самої території через певні проміжки часу.

Робота приладів для дистанційних досліджень ґрунтується на вибірковому поглинанні та відбиванні радіації природними утвореннями і біологічними об'єктами в інфрачервоному, видимому й ультрафіолетовому діапазонах спектра сонячного випромінювання або штучних джерел оптичного та радіодіапазонів.

### **1.6.7.1. Дистанційні методи вивчення забруднення атмосфери**

Основною перевагою дистанційних вимірювань є можливість безперервного визначення середніх концентрацій шкідливих речовин по площі, а також оцінювання вертикального розподілу домішок, які характеризують потенціал забруднення. Одночасно дистанційні методи забезпечують установлення напрямку руху забруднюючих речовин в атмосфері.

Спостереження переносу газоподібних забруднювань можуть бути організовані як на мережі станцій упродовж кордонів держав, так і за допомогою пересувних установок, що розміщуються на автомобілях та літаках.

Виміри концентрацій газоподібних забруднень здійснюються за допомогою *спектрометрії прямого і розсіяного атмосферного сонячного або місячного випромінювання, а також резонансними методами.*

За допомогою метеорологічних супутників Землі ведуться цілодобові спостереження за вулканічними виверженнями.

Пилове забруднення атмосфери вивчають з використанням космічних зображень. Космічна зйомка дає можливість визначити розміри пилових бур, установити склад пилу, дослідити шляхи переміщення пилу й установити райони «розвантаження».

Найефективнішими методами слід вважати *лідари диференційованого поглинання – розсіювання*, які забезпечують визначення у викидах:  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Hg}$ , бензол, формальдегід з радіусом дії від 0,5 до 6 км.

При безпосередньому контролі забруднення атмосферного повітря в автоматичному режимі використовують газоаналізатори різних типів на  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{O}_3$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{HCl}$ , суму вуглеводнів.

### **1.6.7.2. Дистанційне вивчення водного середовища**

В ідентифікації процесів забруднення моря можуть бути використані матеріали аерокосмічних зйомок у видимому та ІЧ-діапазонах, отриманих за допомогою багатоканальних скануючих пристроїв (МСУ-С, МСУ-Е, НВЧ-радіометрами, а також апаратурою КАТЕ-140, МЕФ-6).

Дистанційні методи виявлення забруднень водних басейнів полютантами ґрунтуються на виявленні фітопланктону, наявність якого тісно пов'язана з рівнем забруднення поверхневих вод. Дистанційні методи виявлення нафтових забруднень вод морів, акваторій ґрунтуються на відмінності оптичних, теплових властивостей води, забрудненої нафтопродуктами, і чистої води.

### **1.6.7.3. Дистанційні методи дослідження суші**

Останнім часом усе більшого поширення набувають сучасні методи дистанційного дослідження ділянок суші земної поверхні із застосуванням супутників, лазерної та радарної техніки. Існує різноманітна апаратура для радарної аерозйомки (РАЗ), яка дає оперативну та детальну інформацію. РАЗ є потужним узагальнюючим засобом вивчення ландшафтних особливостей. Усепогодність методу до-

зволяє здійснювати зйомку у критичний фенологічний період, коли відмінності рослинних асоціацій виражені найбільш чітко.

Одним із найбільш поширених дистанційних методів вивчення вмісту вологи в ґрунтах є метод *НВЧ-радіометрії*. Він дозволяє визначати: ступінь зволоження, запаси вологи, якість поливу посівів, мінералізацію водоймищ, фільтрацію води з магістральних каналів, ділянки суші з високими рівнями ґрунтових вод.

Визначення дистанційними методами вмісту гумусу в ґрунтах оснований на виявленні у видимій і ближній ІЧ-зонах спектра (0,4–1,2 мкм) коефіцієнта яскравості, який корелює і зменшується зі збільшенням умісту гумусу.

Методи дистанційної індикації засолених ґрунтів використовують оптичний і радіотепловий діапазон. Установлено, що солі відрізняються найвищим із ґрунтових утворень значенням яскравості.

За допомогою матеріалів, отриманих радарними чи лазерними скануючими системами, встановленими на літальних апаратах, можна визначити висоту дерев, кількість рослин, виміряти потік енергії, що надходить до екосистеми та виходить з неї (співвідношення поглинутої та відбитої радіації), отримати дані, які дозволяють передбачити поширення і статистичні параметри рослинності в зонах, де немає наземного контролю. Особливо перспективними є лазерні дослідження, за допомогою яких можна здійснити облік пасовищ або ділянок, що обробляються, локалізувати та виміряти осередки поширення фітопатогенних факторів, виявити лісові пожежі тощо.

Дистанційні дослідження знаходять застосування й у сільському господарстві. Різноманітні форми впливу людини на природні ландшафти, як правило, добре розпізнаються на аерознімках. На середньомасштабних аерознімках (1:25000) розрізняють основні типи культур і дуже окультурені ландшафти, на великомасштабних (1:10000) – усі типи окультурених ландшафтів. У процесі сільськогосподарського дешифрування знімків велике значення має розпізнавання культурної рослинності, вторинної рослинності цілини та культуро-технічного становища пасовищ і сіножатей.

#### **1.6.8. Методи біоіндикації**

Біоіндикація (лат *indikare* – вказувати, виявляти) – метод оцінювання абіотичних і біотичних чинників середовища за допомогою біологічних систем.

Організми або їх угруповання, життєві функції яких тісно корелюють з певними чинниками середовища і можуть використовуватися для їх оцінювання, називаються біоіндикаторами. Біоіндикаторами можуть бути рослини, тварини, мікроорганізми, гриби.

Прикладним напрямом, що забезпечує оцінювання факторів середовища за біологічною складовою, насамперед рослинністю, є *фітоіндикація* – визначення умов середовища за характером і станом рослинності.

Ефективність методів фітоіндикації значно варіює. Наявні як *абсолютні індикатори* (види рослин, біологія яких гарантує їм заселення тільки тієї ніші, яка

пов'язана з індикатором), так і досить *слабкі* (індиферентні види).

Індикаторними ознаками, котрі вказують на певні умови навколишнього середовища, можуть бути різноманітні ознаки рослинних угруповань (флористичний склад, наявність чи відсутність видів-індикаторів, екологічних груп, їх чисельність) та окремих рослин (зовнішній вигляд, морфологічні й анатомічні особливості, форма росту, галуження, незвичне забарвлення або форма листків, квіток, хімічний склад, інтенсивність окремих фізіологічних процесів тощо).

Метод фітоіндикації екологічних факторів застосовують для оцінювання стійкості екосистем. Для цього вивчають якнайменше дві системи, щоб говорити про те, що одна з них стійкіша за іншу.

У процесі дослідження складних екосистем виникає проблема видалення тих внутрішніх і зовнішніх екологічних факторів, які зумовлюють найсуттєвіші ознаки організації, розвитку та диференціації цих систем.

*До першої групи* відносять ті фактори, що визначають власне біологічну суть екосистеми (взаємовідношення: хижак–жертва, продуценти–консументи, автотрофи–гетеротрофи, едифікатори–асектатори), її структуру (розподіл видів за їх життєвими формами, таксономічними категоріями, стратегією тощо) і розглядаються як внутрішні.

*Друга група* – це едафічні, гідротермічні показники ґрунту (вологість, сольовий режим, кислотність, уміст гумусу, азоту), кліматичні (освітленість, тепловий режим, кріоклімат та ін.), їх відносять до зовнішніх факторів, оскільки джерело їх формування знаходиться поза межами живого, а якщо вони формуються в межах екосистеми (в результаті функціонування організмів), то можуть існувати і після втрати її життєдіяльності.

#### **1.6.8.1. Індикація кліматичних факторів**

Розрізняють три кліматичні сфери, розташовані одна над одною:

- макроклімат, або клімат вільної атмосфери (на висоті понад 2 м);
- власне клімат, чи місцевий клімат (на висоті 2 м), який визначають метеостанції;
- мікроклімат, або клімат приґрунтового шару (на висоті до 2 м).

Одним із найважливіших екологічних факторів є вологість повітря. До показників вологості належать: кількість опадів, поверхневий та ґрунтовий стік, випаровування і транспірація, вологість ґрунту, рівень ґрунтових вод, абсолютна та відносна вологість повітря, дефіцит вологості повітря. Між названими показниками вологості існує тісний взаємозв'язок.

#### **1.6.8.2. Ландшафтна індикація**

Ландшафт – це однорідна за походженням та умовами розвитку, неподільна за зональними ознаками територіально цілісна ділянка земної поверхні, якісно відмінна від інших внутрішньо взаємопов'язаною сукупністю природних компонентів (рельєф, клімат, ґрунти, рослинний і тваринний світ тощо).

Ландшафтна одиниця виступає як багатоярусна система, котра складається з трьох ярусів.

*Перший ярус* – геологічний (найглибший), є геологічною основою ландшафту (сукупність материнських та ґрунтоутворювальних порід).

*Другий ярус* – підґрунтя (кірка та нижні шари ґрунту).

*Третій ярус* – ектоярус, поверхневі форми рельєфу, яруси рослинності та поверхня ґрунту. Саме він складає зовнішній вигляд ландшафту і є доступним для спостереження. Ектоярус виконує функцію індикатора під час вивчення ґрунтів, гірських порід, підземних вод, клімату, рідкісних і корисних копалин.

Ландшафтний індикатор повинен мати дві обов'язкові якості – *достовірність* і *помітність*. Одним із розповсюджених способів пошуку індикаторів є метод ключових ділянок.

Ключова ділянка – це ділянка, яка характеризує типове, що постійно повторюється в цьому районі, поєднання кількох рослинних угруповань разом з типовими умовами рельєфу, ґрунту та іншими компонентами фізико-географічного середовища.

Для визначення достовірності індикаторів досліджують значну кількість ключових ділянок. Загальну кількість їх приймають за 100% і розраховують кількість ділянок, де певний індикатор зустрічається разом з індикатором.

Достовірність індикаторів оцінюють кількісно: 100% – абсолютний індикатор; 90% – достовірний; 75% – задовільний; менше 60% – недостовірний індикатор, тому індикація в цьому разі неможлива.

Для первинного виявлення індикатора потрібно мати описи 25–50 ділянок, де він був наявний. Ландшафтна індикація підвищує точність результатів ґрунтових, геологічних і гідроекологічних досліджень. Вона полегшує проведення різних досліджень на важкодоступних територіях, таких як пустелі, болота тощо, допомагає визначати межі природних зон. Її використовують під час систематичних спостережень за станом довкілля.

Ландшафтну індикацію поділяють на:

- індикацію ґрунтів (педоіндикацію);
- індикацію гірських порід (літоіндикацію);
- індикацію глибини залягання та ступеня мінералізації ґрунтових вод (гідроіндикацію);
- індикацію багаторічних мерзлих товщ (геокріологічна індикація);
- індикацію корисних копалин;
- індикацію засолення (галоіндикацію).

### **1.6.8.3. Гідроіндикація**

Різні елементи гідросфери тісно пов'язані з рослинним покривом. У зв'язку з цим, рослинні індикатори можуть використовуватися при вивченні вод морів, океанів, поверхневих вод суші, снігового покриву, підземних вод і ґрунтової мерзлоти.

Склад і розподіл рослинності бентосу і планктону морів є показником освітленості, температури, хімічного складу, збагаченості органічною речовиною, переміщення водних мас, льодового режиму та ін.

У результаті різної чутливості водоростей до солоності води їх розподіл може характеризувати зміни вод різного ступеня мінералізації.

Однак можливості фітоіндикації значно обмежуються у результаті змін рослинного покриву під дією антропогенних чинників. За таких умов спостерігається пригнічення індикаторних видів навіть в оптимальних умовах їх росту та розвитку, у зв'язку з чим фітоіндикаційні польові спостереження необхідно доповнювати додатковими експериментальними дослідженнями.

Використання рослин у моніторингових дослідженнях можливе у двох випадках: якщо вони накопичують у своїх тканинах забруднюючі речовини в значно вищих концентраціях порівняно із середовищем або якщо їх чутливість до впливу забруднюючих речовин значно вища, ніж всіх інших рослин.

Слід відмітити, що суттєве підвищення концентрації певних хімічних елементів в окремих ділянках біосфери призвели до того, що під час еволюції деякі рослини почали рости за високого вмісту цих елементів. Такі рослини отримали назву рослин індикаторів-моніторів. Серед них виділяють *універсальні* і *локальні* індикатори.

Універсальні ростуть виключно в районах з підвищеним вмістом конкретного елемента, а локальні – часто широко розповсюджені і лише в окремих районах за певних умов стають індикаторами забруднення.

#### **1.6.8.4. Фітомоніторинг клімату**

Клімат – статистично багаторічний режим погоди, який визначається широтою місцевості, висотою її над рівнем моря, віддаленістю місцевості від океану, рельєфом суходолу, характером підстилаючої поверхні, антропогенним впливом та іншими факторами:

Важливим завданням кліматичних досліджень за регіональними програмами є розроблення моделей формування регіонального клімату, сценаріїв можливої його зміни під впливом глобального потепління, а також місцевих антропогенних факторів.

#### **1.6.8.5. Фітомоніторинг забруднення атмосфери**

Вплив фотохімічних оксидантів на рослини навіть сильніший, ніж первинних забруднень, а їхній вміст в атмосфері залежить від часу доби, метеорологічних умов і концентрації первинних забруднюючих речовин. Найнижчий уміст – у ранкові години, коли викиди промислових газів в атмосферу найменші, а найвищий – о другій – третій годині дня. У суміші вторинних забрудників найтоксичнішим елементом є озон. Відомо, що його концентрація залежить від сонячного світла і співвідношення в повітрі  $\text{NO}_2/\text{NO}$ ). Другою за токсичністю речовиною, що забруднює атмосферу, вважають етилен, найменша концентрація якого спричинює незворотні явища в рослинному організмі.

## Розділ 1.7 ОБРОБКА РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 7.1. Похибки в експериментальних дослідженнях

Обробка результатів експериментальних досліджень має на меті встановити величину похибки вимірювання та ступінь достовірності даних.

При проведенні досліджень кожний експериментатор прагне одержати якомога точніше відображення властивостей досліджуваного об'єкта у вигляді числових значень конкретних величин. Такі значення величин, які відтворюють властивості об'єкта досліджень, *називають істинним значенням досліджуваної величини*. Вони не залежать від засобів їх пізнання і є тією абсолютною істиною, до якої ми прагнемо, намагаючись виразити їх у вигляді чисел.

*Мета вимірювання* – одержання точного числового значення вимірюваної величини. Однак при будь-яких вимірюваннях, як би старанно вони не виконувались, одержують не істинні, а наближені значення величин. Тобто експериментальні вимірювання завжди виконують з певними похибками. Похибки обумовлені як недосконалістю приладів, так і методик вимірювань та залежать не лише від самого значення величини, а також від засобів і методів вимірювання, від навичок та індивідуальностей експериментатора. Такі величини називаються *дійсними*. *Похибка вимірювань* – це величина, яка характеризує відхилення дійсного результату вимірювання від істинного значення вимірюваної величини.

*Абсолютною похибкою* вимірювання  $\Delta$  називають різницю між результатом вимірювання  $x_i$  та істинним значенням вимірюваної величини  $X_0$

$$\Delta x = X_0 - x_i . \quad (2)$$

Але істинне значення  $X_0$  – невідоме, тому користуються *дійсними* значеннями фізичної величини  $x_i$  – значенням, яке знаходиться експериментально і яке настільки наближається до істинного, що може бути використане замість нього. Наближено можна користуватися середнім арифметичним значенням серії вимірювань  $\langle x_i \rangle$ . Тоді похибку одного вимірювання обчислюють за формулою

$$\Delta x = x_i - \langle x_i \rangle, \quad (3)$$

де  $x_i$  – значення, здобуте при одному з вимірювань.

Абсолютна похибка має розмірність вимірюваної величини та не дає повної характеристики точності вимірювання. Наприклад, вимірювання довжини олівця і столу з однаковою абсолютною похибкою  $\Delta = 1$  мм ще не

свідчить про однакову точність вимірювання. Більше того, *абсолютна похибка непридатна для порівняння точності значень величин, які мають неоднакову розмірність.*

Важливим є не саме значення похибки, а те, яку частину вимірюваної величини вона становить. Тому на практиці користуються так званою відносною похибкою. *Відносна похибка* – це відношення абсолютної похибки вимірювання до дійсного значення вимірюваної величини і визначається за формулою

$$\varepsilon_x = \frac{\Delta x_i}{x} \cdot 100\%. \quad (4)$$

Ця величина виражається у відносних одиницях або відсотках.

Залежно від причин виникнення всі похибки прийнято розподіляти на *систематичні, випадкові та промахи.*

*Систематичні похибки* – це складові похибок вимірювання, які залишаються при повторних вимірюваннях. Вони сталі або закономірно змінюються, мають один і той же знак. Виникають систематичні похибки найчастіше через недосконалість методів вимірювання, вплив навколишнього середовища, використання для розрахунків недостовірних констант тощо.

До систематичних похибок відносять також *похибки вимірювальних приладів.* Ці похибки оцінюються шляхом порівняння показів приладу з показами іншого, еталонного приладу.

*Промахи і грубі похибки* – це похибки, котрі істотно перевищують похибки, очікувані за цих умов. Вони, як правило, обумовлені недбалими діями експериментатора та явно спотворюють результат вимірювання, наприклад неправильний відлік за шкалою, помилка при записуванні результату вимірювання, порушення електричних контактів під час вимірювання й ін.).

*Випадкові похибки* – це похибки, які під час повторних вимірювань однієї і тієї ж величини за незмінних умов мають різні значення як за величиною, так і за знаком. Вони викликаються безліччю неконтрольованих причин, індивідуальний вплив кожної з котрих на результат вимірювання порівняно невеликий і має випадковий характер. Вони підлягають законам теорії ймовірності для випадкових явищ. Їх неможливо уникнути, але можна оцінити за допомогою статистичної обробки даних, що базується на основі теорії ймовірностей.

### **1.7.2. Основи теорії випадкових помилок та методів оцінювання випадкових похибок у вимірюваннях**

Аналіз випадкових похибок базується на теорії випадкових помилок,

яка дає можливість з визначеною гарантією обчислити дійсне значення вимірної величини й оцінити можливі помилки.

Основу теорії випадкових помилок складають такі *припущення*:

- при великій кількості вимірів випадкові похибки однакової величини, але різного знака зустрічаються однаково часто;
- більші похибки зустрічаються рідше, ніж малі (випадковість появи похибки зменшується зі зростанням її величини);
- при нескінченно великій кількості вимірів істинне значення вимірюваної величини дорівнює середньоарифметичному значенню всіх результатів вимірів, а поява того чи іншого результату вимірів як випадкової події описується нормальним законом розподілу.

Теорія випадкових похибок базується на теорії ймовірностей, що розглядає *випадкові події*. Випадкові події є *сприятливими і несприятливими*. Ймовірність появи деякої сприятливої події  $A$  дорівнює відношенню кількості випадків  $m$ , при яких подія  $A$  настає, до загального числа випробувань  $n$  ( $n \rightarrow \infty$ ):

$$p = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{m}{n}, \quad (5)$$

Якщо величина  $x$  може мати неперервну низку значень і знаходиться в межах від  $x$  до  $x \pm dx$  (рис. 3), то ймовірність її знаходження в цих межах пропорційна інтервалу  $dx$ :

$$dP = f(x)dx. \quad (6)$$

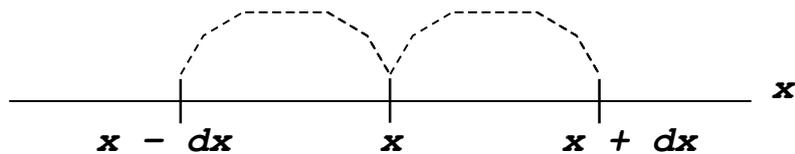


Рис. 3. Інтервал розподілу експериментальних даних

Функція  $f(x)$  називається *функцією розподілу ймовірностей* і є *густинною ймовірності* (ймовірність знаходження події  $x$  в одиничному інтервалі)

$$f(x) = \frac{dP}{dx}. \quad (7)$$

Функція розподілу ймовірностей, або ж закон нормального розподілу, графічно представляється кривою Гауса (рис.4):

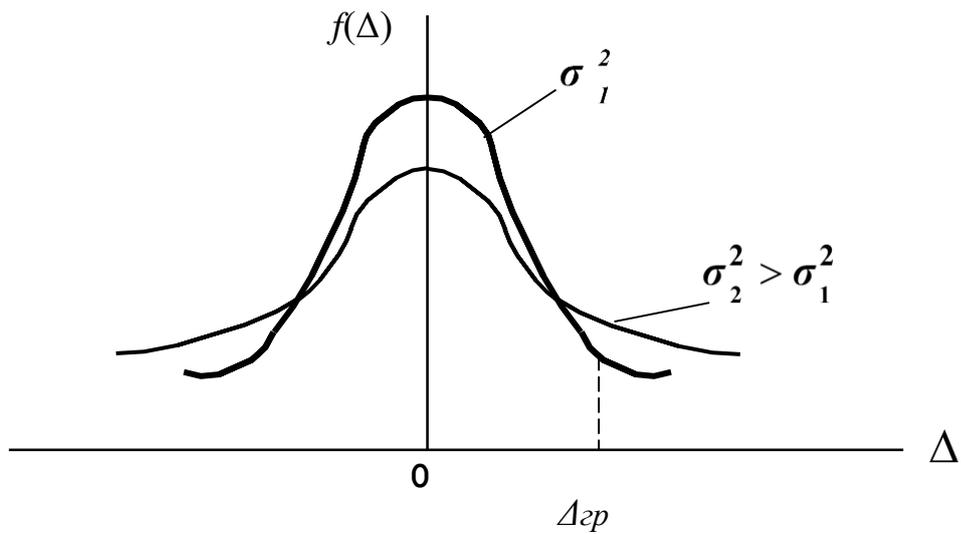


Рис. 4. Графічне відображення закону нормального розподілу

Імовірність появи малих похибок більша, ніж великих, і тим більша, чим більша точність вимірювання, яка пов'язана з дисперсією ( $\sigma_2^2 > \sigma_1^2$ ). Чим менша дисперсія, тим менший розкид похибок і тим більша точність вимірювання.

Оскільки  $dp = f(\Delta)d\Delta$ , то для нормального розподілу густина ймовірностей

$$f(\Delta) = \frac{dP(\Delta)}{d\Delta} = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\Delta^2}{2\sigma^2}}, \quad (8)$$

де  $\Delta = x - X_0$ ;  $X_0$  – істинне значення величини;  $x$  – виміряне значення;  $dP(\Delta)$  – імовірність того, що абсолютна випадкова похибка потрапляє в інтервал  $\Delta \pm d\Delta$ ;  $\sigma^2$  – дисперсія (розсіяння);  $\sigma$  – середня квадратична похибка вимірювань,

$$\sigma = \sqrt{\frac{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \dots + \Delta_n^2}{n}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta_i^2}{n}}. \quad (9)$$

Таким чином, чим більша кількість проведених вимірів, тим вища точність експериментальних даних. Однак під час здійснення експерименту умови його проведення можуть змінюватися під дією зовнішніх чинників.

Дані, отримані в такі періоди, можуть не відповідати заданим умовам експерименту. Перед дослідником постає завдання відібрати для аналізу певну сукупність результатів, тобто зробити вибірку.

Вирізняють *генеральну та вибіркову сукупність вимірів*.

Під *генеральною сукупністю* розуміють усю множину можливих значень вимірів  $x_i$  або можливих значень похибок  $\Delta x_i$ .

Для *вибіркової сукупності* число вимірів  $n$  обмежене, й у кожному конкретному випадку строго визначається.

Звичайно вважають, що якщо  $n > 30$ , то середнє значення цієї сукупності вимірів  $\bar{x}$  достатньо наближається до його дійсного значення.

Теорія випадкових похибок дозволяє оцінити точність та надійність вимірів при такій їх кількості або визначити мінімальну кількість вимірів, що гарантує задану точність і надійність вимірів. Разом із цим виникає необхідність виключити грубі похибки ряду, визначити достовірність одержаних даних тощо.

Для великої вибірки та нормального закону розподілу загальною оціночною характеристикою вимірів є дисперсія  $D$  і коефіцієнт варіації  $\kappa_v$ :

$$D = \sigma^2 = \left[ \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right] / n; \quad \kappa_v = \sigma / \bar{x}. \quad (10)$$

Дисперсія характеризує однорідність вимірів. Чим вище  $D$ , тим більше розкид вимірів. Чим вище  $\kappa_v$ , тим більше мінливість вимірів відносно середніх значень,  $\kappa_v$  оцінює також розкид при оцінюванні кількох вибірок.

*Довірчим інтервалом* значень  $x_i$  є такий інтервал, до якого потрапляє дійсне значення  $x_D$  вимірюваної величини із заданою ймовірністю.

*Довірчою ймовірністю (вірогідністю) ( $P_D$ )* вимірів називається ймовірність того, що істинне значення вимірюваної величини потрапить до цього довірчого інтервалу, тобто в зону  $a \leq x_D \leq b$ . Така величина визначається у частках одиниці або у відсотках.

*Довірчий інтервал характеризує точність вимірів цієї вибірки, а довірча ймовірність – достовірність виміру.*

Ширина довірчого інтервалу залежить від значення довірчої ймовірності – при її зростанні ширина також зростає. Значення  $P_D$  повинно бути достатньо високим, оскільки це визначає довіру до результату, однак у той же час, необхідно забезпечити, щоб довірчий інтервал був не занадто широким, оскільки тоді він буде непридатним для практичного використання. За замовчуванням для технічних вимірювань приймається  $P_D = 0,95$ .

Довірча ймовірність визначається за допомогою інтегральної функції Лапласа, а довірчий інтервал при  $n > 30$  за допомогою аргументу функції Лапласа, а при  $n < 30$  – за допомогою аргументу функції Стьюдента.

Для проведення дослідів із заданою точністю та достовірністю необхідно знати мінімальне, але достатнє для отримання позитивного результату число вимірів для цих умов, тобто мінімальний обсяг вибірки (кількість вимірів або спостережень)  $N_{min}$  при заданих значеннях довірчого інтервалу й довірчій імовірності.

Для визначення  $N_{min}$  може бути використана така послідовність дій:

- 1) проводиться попередній експеримент з кількістю вимірів  $n$ , які становлять залежно від трудомісткості дослідів від 20 до 50;
- 2) розраховується середньоквадратичне відхилення  $\sigma$  за формулою (9);
- 3) відповідно до поставлених завдань експерименту визначається потрібна точність вимірів  $\Delta$  за формулою

$$\Delta = \sigma_0 / \bar{x}, \quad (11)$$

де  $\sigma_0$  – середньоарифметичне значення середньоквадратичного відхилення  $\sigma$ , яке дорівнює  $\sigma_0 = \sigma / \sqrt{n}$ ;

- 4) установлюється нормоване відхилення  $t$ , значення якого звичайно задається (залежить також від точності методу);
- 5) визначають  $N_{min}$  за такою формулою:

$$N_{min} = \sigma^2 t^2 / \sigma_0^2 = k_v^2 t^2 / \Delta^2, \quad (12)$$

де  $k_v$  – коефіцієнт варіації (мінливості), %;

$\Delta$  – точність вимірів, %.

*При подальшому проведенні експерименту число вимірів не повинне бути меншим за  $N_{min}$ .*

У процесі обробки експериментальних даних слід виключати грубі помилки ряду. Однак перш ніж виключити той чи інший вимір, необхідно впевнитися, що це дійсно помилка, а не відхилення внаслідок статистичного розкиду. Найпростішим способом є *правило трьох сигм*: розкид випадкових величин від середнього значення не повинен перевищувати

$$x_{max, min} = \bar{x} \pm 3\sigma. \quad (13)$$

У випадку більш глибокого аналізу експериментальних даних рекомендується така послідовність:

- 1) після одержання експериментальних даних у вигляді статистичного ряду його аналізують і виключають систематичні помилки;
- 2) аналізують ряд з метою виявлення грубих помилок та похибок:

установлюють підозрілі значення  $x_{max}$  або  $x_{min}$ ; визначають величину середньоквадратичного відхилення  $\sigma$ ; розраховують критерії виключення зі статистичного ряду значень  $x_{max}$  і  $x_{min}$  (за допомогою одного з двох згаданих вище методів); виключають за необхідності зі статистичного ряду  $x_{max}$  і  $x_{min}$  й одержують новий ряд із нових членів;

3) розраховують середньоарифметичне  $\bar{x}$ , похибки окремих вимірів  $(\bar{x} - x_i)$  та середньоквадратичне очищеного ряду  $\sigma$ ;

4) знаходять середньоквадратичне  $\sigma_0$  серії вимірів, коефіцієнт варіації  $k_v$ ;

5) при великій вибірці задаються довірчою ймовірністю  $P_d = \varphi(t)$  або рівнянням значущості  $(1 - P_d)$  і за допомогою таблиць значень інтегральної функції Лапласа визначають  $t$ ;

б) визначають довірчий інтервал  $\mu_{cm}$ ;

7) установлюють дійсне значення величини, що досліджується за формулою

$$x_d = \bar{x} \pm \mu_{cm}; \quad (14)$$

8) оцінюють відносну похибку результатів серії вимірів при заданій довірчій ймовірності  $P_d$ .

### 1.7.3. Методи графічної обробки результатів експерименту

При обробці результатів вимірів та спостережень широко використовують методи графічного зображення. Графічне зображення дає найбільш наочне уявлення про результати експерименту, дозволяє виявити загальний характер функціональної залежності змінних величин, що вивчаються, встановити наявність максимуму або мінімуму функції.

Для графічного зображення результатів досліджень, як правило, використовують систему прямокутних координат. Якщо аналізується графічним методом функція  $y=f(x)$ , то наносять у системі прямокутних координат значення  $x_1, y_1, x_2, y_2, \dots, x_n, y_n$ . Перш ніж будувати графік, необхідно знати хід (перебіг) досліджуваного явища.

Точки на графіку необхідно з'єднувати плавною лінією таким чином, щоб вона проходила найближче до всіх експериментальних точок. Різке викривлення графіка пояснюється похибками вимірів.

Однак можуть бути і винятки, тому що іноді досліджуються явища, для яких у визначених інтервалах наявна швидка стрибкоподібна зміна однієї з координат.

Іноколи при побудові графіка спостерігається різке віддалення однієї або двох точок від кривої. У цьому випадку спочатку потрібно проаналізувати фізичну сутність явища, і якщо немає підстав до стрибку функції, то таке різке відхилення можна пояснити грубою похибкою.

Часто при графічному зображенні результатів експерименту доводиться мати справу з трьома змінними  $b=f(x, y, z)$ . У цьому випадку використовують метод поділу змінних. Одній з величин  $z$  у межах інтервалу вимірів ( $z_1$ -  $z_n$ ) надають кілька послідовних значень. Для двох інших змінних  $x$  та  $y$  будують графіки функцій  $y=f_i(x)$  при  $z_i = const$ . У результаті на одному й тому самому графіку одержують сімейство кривих  $y=f_i(x)$  для різних значень  $z$ .

При графічному зображенні результатів експерименту великого значення набуває вибір масштабів і координатної сітки.

*Координатні сітки* бувають рівномірні та нерівномірні. У рівномірних координатних сіток ординати й абсциси мають рівномірну шкалу.

З нерівномірних координатних сіток найбільшого поширення набули *напівлогарифмічні, логарифмічні та ймовірнісні*.

*Напівлогарифмічна сітка* має рівномірну шкалу на ординаті й логарифмічну шкалу на абсцисі.

*Логарифмічна координатна сітка* має на двох осях логарифмічні шкали.

*Ймовірнісні координатні сітки* мають на ординаті, як правило, рівномірну шкалу, а на осі абсцис – ймовірнісну.

Доцільність використання нерівномірної функціональної сітки пояснюється, крім вищезазначеного, бажанням подати функцію, що досліджується, у вигляді прямої, що підвищує точність побудови. При цьому здійснюється так зване вирівнювання (лінеаризація), тобто криву, побудовану за дослідними даними, представляють лінійною функцією. Нехай, наприклад, для деякої емпіричної кривої підібрана функція типу  $y = ax^n$ . Процес вирівнювання буде таким. Наведений вираз перетворюється за допомогою логарифмування на вираз  $\lg y = n \lg x + \lg a$ . Якщо позначимо  $\lg y = y_1; \lg x = x_1; \lg a = a_1$ , то одержимо лінійну формулу  $y_1 = nx_1 + a_1$ , графіком якої буде пряма лінія.

У деяких випадках будують *номограми*, котрі істотно полегшують використання для систематичних розрахунків складних теоретичних та емпіричних формул у відповідних межах зміни величин.

*Номограма* (від грец. *nomos* – закон і *gramma* – риска, буква, писемний знак, зображення) – креслення, яке є зображенням функціональних залежностей, що використовуються для одержання (без розрахунків) приблизних розв'язань рівнянь.

#### **1.7.4. Аналітична обробка результатів експерименту**

У процесі експериментальних вимірів звичайно одержують статистичний ряд вимірів двох величин, які об'єднуються функцією  $y=f(x)$ . Кожному значенню функції  $y_1, \dots, y_n$  відповідає відповідне значення аргументу  $x_1, x_2,$

...,  $x_n$ .

На основі експериментальних даних можна підібрати алгебраїчні вирази, які називають емпіричними формулами. Такі формули підбирають лише у межах виміряних значень аргументу  $x_1 - x_n$ . До емпіричних формул висувають дві основні вимоги – вони повинні бути найбільш простими та точно відповідати експериментальним даним у межах зміни аргументу. Таким чином емпіричні формули є приблизним виразом аналітичних. Заміну точних аналітичних виразів приблизними, більш простими, називають апроксимацією, а функції апроксимуючими.

Процес підбору емпіричних формул складається з двох етапів. На першому етапі дані вимірів наносять на сітку прямокутних координат, поєднують експериментальні точки плавною кривою і вибирають орієнтовно вид формули. На другому етапі обчислюють параметри формул, які найкраще відповідали б прийнятій формулі.

Криві, побудовані за експериментальними точками, вирівнюють за допомогою статистичних методів. Задача вирівнювання (згладжування) полягає в тому, щоб підібрати теоретичну плавну криву розподілу, що виражає лише істотні риси статистичного матеріалу, але не випадковості, пов'язані з недостатнім обсягом експериментальних даних.

При цьому питання про те, в якій саме класі функцій слід шукати найкраще наближення, вирішується вже не з математичних міркувань, а з міркувань, пов'язаних з фізикою розв'язуваної задачі, з урахуванням характеру отриманої емпіричної кривої та ступеня точності зроблених спостережень.

Нехай для випадкової величини  $X$  побудовано гістограму, що має вигляд, наведений на рисунку 5:

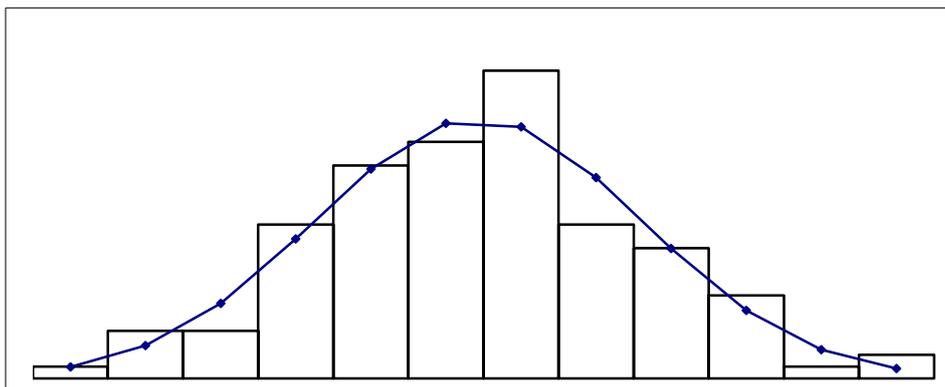


Рис. 5. Статистичне вирівнювання кривої закону розподілу

Природно припустити, що досліджувана випадкова величина  $X$  підпорядковується нормальному закону. Тоді задача вирівнювання переходить у задачу про раціональний вибір параметрів  $\Delta$  і  $\sigma$ .

У процесі проведення експерименту виникає потреба перевірити відповідність експериментальних даних теоретичним передумовам, тобто перевірити гіпотезу дослідження. Перевірка експериментальних даних на адекватність необхідна також у всіх випадках на стадії аналізу теоретико-експериментальних досліджень. У практиці адекватності використовують різні критерії: Фішера, Пірсона, Романовського.

Припустимо, що цей статистичний розподіл вирівняний за допомогою деякої теоретичної кривої. Як би добре не була підібрана теоретична крива, між нею і теоретичним розподілом неминучі деякі розбіжності. Виникає питання: чи обумовлені ці розбіжності тільки випадковими обставинами, пов'язаними з обмеженою кількістю спостережень, або вони є істотними і пов'язані з тим, що підібрана нами крива погано вирівнює цей статистичний розподіл. Для відповіді на таке запитання використовують так звані «критерії згоди».

Одним із найбільш часто використовуваних критеріїв згоди є так званий «критерій  $\chi^2$ » Пірсона

$$\chi^2 = n \sum_{i=1}^k \frac{(p_i^* - p_i)^2}{p_i}. \quad (15)$$

Перевіряючи погодженість теоретичного й статистичного розподілів, будемо виходити з розбіжності між теоретичними ймовірностями  $p_i$  і спостереженими частотами  $p_i^*$ . Природно вибрати як міру розбіжності між теоретичним та статистичним розподілами суму квадратів відхилень  $(p_i^* - p_i)$ .

При великих  $n$  закон розподілу величини має досить прості властивості: він практично не залежить від функції розподілу  $f(x)$  і від числа дослідів  $n$ , а залежить тільки від числа розрядів  $k$ , а саме цей закон при збільшенні  $n$  наближається до так званого «розподілу  $\chi^2$ ».

Якщо  $\chi_{\text{набл}}^2 < \chi_{\text{крит}}^2$ , (де  $\chi_{\text{крит}}^2$  – значення функції, знайдене за таблицею), то гіпотезу можна визнати як не суперечну дослідним даним, в іншому разі гіпотеза відкидається як неправдоподібна.

Наскільки малою має бути ймовірність  $p$  для того, щоб відкинути або переглянути гіпотезу, – питання невизначене; воно не може бути розв'язане з математичних міркувань, так само як і питання про те, наскільки малою має бути ймовірність події для того, щоб вважати її практично неможливою. На практиці рекомендується вибирати  $p \leq 0,1$ .

Суворої функціональної залежності між змінними, у буквальному розумінні цього слова, у реальному світі не існує, бо вони перебувають під впливом випадкових факторів, наслідки якого передбачити практично неможливо. Тому між змінними існує особлива форма зв'язку, котру називають стохастичною.

Показником, що вимірює стохастичний зв'язок між змінними, є *коефіцієнт кореляції*, який показує з певною мірою ймовірності, наскільки зв'язок між змінними близький до суворої лінійної залежності.

За наявності кореляційного зв'язку між змінними необхідно виявити його форму функціональної залежності (лінійна чи нелінійна). Рівняння, що описують залежності між змінними, називають *функціями регресії*.

Часто застосовуються такі методи регресивного аналізу, як інтерполяція та екстраполяція.

*Інтерполяція* – це знаходження відсутнього показника всередині ряду.

*Екстраполяція* – знаходження наступних рівнів ознаки (у кінці або на початку) за умови, що попередні відомі.

І екстраполяція, й інтерполяція базуються на одній умові – існує тенденція, яка характерна для всього ряду, за її допомогою можна обчислити невістаючі дані.

## Розділ 1.8

### ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ. ОБҐРУНТУВАННЯ АКТУАЛЬНОСТІ Й ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМИ, МЕТИ, ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

#### 1.8.1. Основні принципи раціональної організації наукової діяльності

Наукові дослідження умовно можна поділити на *теоретичні та прикладні*. Перші спрямовані на розкриття нових властивостей, відношень і закономірностей реального світу, тобто досліджують проблеми, пов'язані з пізнанням властивостей, законів природи та суспільства. Другі здійснюють пошук та аналіз шляхів, засобів і методів наукового пізнання з метою їх втілення у практичну діяльність.

Ефективність наукового дослідження, оптимальне використання потенційних можливостей дослідника залежать від організації його праці. Основні принципи раціональної організації наукової діяльності – це творчий підхід до постановки та розв'язання проблем, наукове мислення, плановість, динамічність, колективність, самоорганізація, економічність, критичність і самокритичність, діловитість, енергійність, практичність.

*Творчий підхід* означає, що дослідник повинен прагнути до пояснення фактів, явищ і процесів реальної дійсності, намагатися внести щось нове у науку, тому для наукової діяльності характерною є постійна напружена розумова праця, спрямована на виявлення сутності та специфіки об'єкта і предмета дослідження. Дослідник має постійно розмірковувати про предмет дослідження, шукати шляхи розв'язання визначених наукових проблем.

*Наукове мислення* – це один з основних елементів наукової діяльно-

сті. Процес мислення відбувається у кожної людини по-різному, але значних результатів досягають лише ті дослідники, котрі постійно цілеспрямовано та наполегливо міркують, концентрують свою увагу на предметі дослідження, виявляють творчу ініціативу.

*Плановість* у науковій діяльності обумовлюється тим, що цей вид праці людини є складним, трудомістким, часто вимагає значних витрат часу та коштів. Отже, планова дисципліна допомагає запобігти невиправданим витратам часу і ресурсів, ефективно та результативно розв'язувати наукові проблеми. Плановість у науковій діяльності реалізується шляхом розроблення різноманітних планів і програм, календарних графіків, блок-схем, індивідуальних планів тощо. Згідно із цими документами перевіряється хід дослідження, його відповідність установленим термінам, змісту етапів. За весь період дослідження може бути розроблено декілька планів з різним ступенем деталізації, початковий план уточнюється і коригується відповідно до отриманих на кожному етапі результатів.

*Програма дослідження* визначає його завдання, загальний зміст і загальнодержавне значення, задум, принцип розв'язання, методик, обсяг робіт і терміни виконання.

*Попередній план* дослідження є конкретизацією робіт за обраною темою. У ньому вказуються період виконання робіт, витрати та джерела їх фінансування, результати дослідження, місце впровадження і передбачувана ефективність.

*Робочий план* складають після того, як дослідник добре оволодів темою, уточнив її теоретичні передумови, ознайомився з історією питання. У ньому знаходять відображення висування й обґрунтування робочої гіпотези, перевірка і розвиток якої є основним змістом наступної роботи. У робочому плані вказується не тільки те, що потрібно зробити, а й якими шляхами деталізується виконання роботи на підставі розподілу її на етапи, визначаються періоди завершення їх і конкретні виконавці.

*Індивідуальний план* складається кожним виконавцем на ту частину роботи, яка визначена йому в робочому плані. У ньому відображається взаємозв'язок робіт, що виконуються іншими виконавцями, визначаються передбачуваний результат та його реалізація, термін виконання роботи. Цей план затверджує керівник теми або підрозділу.

*Графік виконання роботи* складається на підставі робочого плану з урахуванням індивідуальних планів конкретних виконавців. У ньому вказуються терміни завершення робіт з кожного етапу, впровадження результатів і особи, що відповідають за додержання цих термінів.

*Колективність* наукової діяльності полягає в тому, що дослідник є членом певного колективу (групи, кафедри, інституту). Він може звертатися за порадами та обговорювати одержані результати із членами цього колективу, з науковим керівником, виступати з доповідями і повідомленнями на семінарах, наукових конференціях тощо.

Надзвичайно велике значення має *самоорганізація* праці дослідника, оскільки наукова діяльність підлягає обмеженій регламентації та нормуванню. Самоорганізація передбачає:

- відповідну організацію робочого місця із забезпеченням оптимальних умов для високопродуктивної дослідницької праці;
- дотримання дисципліни праці;
- послідовність у нагромадженні знань;
- систематичність у дотриманні єдиної методики і технології при виконанні однотипних робіт.

Самоорганізація базується на певних *правилах науково-дослідницької роботи*: постійно розмірковувати про предмет дослідження; працювати згідно з планом; при виконанні першочергової роботи відкидати другорядні справи; оптимально розподіляти сили та час; заздалегідь готувати все необхідне; не робити кілька справ одночасно; творчу роботу виконувати перед технічною, а складну – перед простою; доводити розпочате до кінця; постійно контролювати свою роботу; вчасно вносити корективи; обмежувати ширину і глибину дослідження.

Рациональний трудовий режим дослідника ґрунтується на поєднанні психофізичних функцій людини розумової праці та трудових навичок у пізнавальній діяльності.

Прищеплення трудових навичок у проведенні наукових досліджень забезпечує необхідну ефективність роботи дослідника. Відомо, що ефективність будь-якої праці, у тому числі й розумової, залежить від працездатності, ставлення людини до праці з визначеним ступенем обережності. У розумовій праці вона залежить від таких факторів:

- внутрішніх – інтелектуальних здібностей, особливостей волі, стану здоров'я, ступеня тренування в цій праці;
- зовнішніх – стану зовнішнього середовища, організації робочого місця, режиму праці і відпочинку;
- організації праці;
- розумового навантаження.

Протягом дня працездатність змінюється. Найбільш плідним є так званий ранковий пояс (з 8 до 15 год), причому максимальна працездатність з – 10 до 13 год, потім післяобідній (з 16 до 19 год) і вечірній (з 20 до 22 год). Ступінь уваги й ефективності запам'ятовування змінюється у бік зменшення та уповільнення на кінець кожного пояса. Тому дуже важкий для запам'ятовування матеріал необхідно вивчати на початку кожного пояса.

На початковій стадії процесу є період настроювання, входження в роботу. Саме в цей час встановлюються асоціативні зв'язки з раніше виконаними роботами за темою. Чим більшою є звичка до систематичної розумової праці, тим коротший період опрацювання, тим скоріше настане найпродуктивніший період – «робоча установка».

З точки зору продуктивності розумової праці велике значення має також умовний «рефлекс на час». Тому, приступаючи до роботи, слід якомога точніше визначити мету роботи, її обсяг і термін виконання. Для вироблення «рефлексу на час» необхідно систематично працювати, не чекати, коли виникне бажання трудитися, з'явиться натхнення.

Велику роль у продуктивності розумової праці відіграє звичка до місця роботи, робоча обстановка. Поняття робочої обстановки включає в себе робоче приміщення (кімната, кабінет, лабораторія, бібліотека); робочу зону (письмовий стіл, стілець, шафа, стелаж) і розміщення предметів у ній, температура і вологість повітря навколишнього середовища, освітлення (природне, штучне); звукове поле (шум, вібрація).

Для забезпечення стійкої продуктивності розумової праці необхідно чергувати її з виробничими паузами. Не можна працювати довго без перерви, оскільки це знижує інтерес, веде до сильної перевтоми. Перерви слід робити через кожні 1–1,5 год роботи на 10–15 хв, а через 3–4 год роботи відпочинок повинен бути більш тривалим – 0,5–1 год.

Для працівників розумової праці важливо, щоб відпочивала центральна нервова система й органи чуттів. Мозок краще відпочиває, коли немає зовнішніх подразників, тобто коли людина спить. Тільки сон є повним відпочинком.

Для активного відпочинку при розумовій праці необхідне фізичне навантаження, оскільки розумова праця майже виключає фізичне навантаження, тому фізична культура і спорт покликані відігравати значну роль у боротьбі з утомою при розумовій праці.

### **1.8.2. Структура наукового дослідження. Поняття актуальності дослідження та визначення ступеня його наукового розроблення**

Увесь процес наукового дослідження можна поділити на етапи:

1. Обґрунтування наукової проблеми, формулювання теми дослідження.
2. Постановка мети й конкретних завдань дослідження.
3. Визначення об'єкта і предмета дослідження.
4. Накопичення необхідної наукової інформації, пошук літературних та інших джерел відповідно до теми і завдань дослідження, їх вивчення й аналіз.
5. Відпрацювання гіпотез і теоретичних передумов дослідження.
6. Вибір системи методів проведення дослідження.
7. Обробка, аналіз, опис процесу та результатів дослідження, що проводилося згідно з розробленою програмою і методикою.
8. Обговорення результатів дослідження.
9. Формулювання висновків та оцінювання одержаних результатів, їх публічний захист.

Обґрунтування наукової проблеми, вибір і формулювання теми дослідження – це початковий етап будь-якого дослідження. Стосовно наукової роботи важливими є її актуальність та практична спрямованість. Оскільки магістерська робота чи дисертація є науково-дослідницькою кваліфікаційною працею, те, як автор уміє обрати тему і наскільки правильно він її розуміє й оцінює з точки зору своєчасності та соціальної значущості, характеризує його професійну підготовленість. При виборі теми основними критеріями мають бути її *актуальність, новизна і перспективність*.

*Актуальність* теми передбачає її теоретичну або практичну значущість, важливість обраної теми для розв'язання наукових або практичних завдань певної галузі науки.

Формулюючи актуальність теми, слід указати, до якої сфери діяльності чи галузі знань вона належить, чим обумовлено її вибір, а також для чого і де в практиці необхідне запропоноване дослідження. Потрібно кількома реченнями висвітлити головне: суть проблеми, з якої впливає актуальність теми. Проблема в науці – це суперечлива ситуація, котра вимагає свого вирішення. Правильна постановка та ясне формулювання нових проблем іноді має не менш важливе значення, ніж їх розв'язання. По суті, вибір проблеми якщо не повністю, то здебільшого визначає як стратегію дослідження, так і напрям наукового пошуку. Не випадково вважається, що *сформулювати наукову проблему* – означає показати вміння виокремити головне від другорядного, виявити те, що вже відомо, і те, що невідомо науці з предмета дослідження.

*Новизна теми* – один з основних критеріїв її вибору, вона показує принципово новий, невідомий до цього часу предмет, явище або процес. Не менше значення має та перспективність теми, яка характеризує тенденції розвитку явищ і процесів.

Ступінь наукової розробленості визначається шляхом інформаційного пошуку, котрий має підтвердити, що тема наукових досліджень вибрана правильно, тобто що є певне коло питань, на які ви не знайшли відповідей у наукових роботах інших авторів, котрі теж займалися науковими дослідженнями в цьому ж науковому напрямі. І саме окреслення цього кола питань і складатиме суть обґрунтування доцільності проведення наукового дослідження за вибраною темою.

### **1.8.3. Визначення об'єкта, предмета, теми, мети, завдань дослідження**

При проведенні наукових досліджень відрізняють поняття «об'єкт» і «предмет» пізнання та дослідження.

*Об'єктом дослідження* прийнято називати те, на що спрямована пізнавальна діяльність дослідника. Це процес або явище, яке породжує проблемну ситуацію й обране для дослідження. Об'єкт відносно автономний і

має чіткі межі. Виділяють об'єкти природні, соціальні, ідеалізовані. Досліджувати можна емпіричні (якість продукції, собівартість) та теоретичні (дія закону вартості) об'єкти. На емпіричному рівні вчений має справу з природними і соціальними об'єктами, теорія оперує виключно ідеалізованими об'єктами. Усе це зумовлює істотну різницю й у методах дослідження.

*Предметом* є досліджувані з певною метою властивості, характерні для наукового пізнання, це визначення певного «ракурсу» дослідження як припущення про найсуттєвіші для вивчення обраної проблеми характеристики об'єкта. Один і той же об'єкт може бути предметом різних досліджень та навіть наукових напрямів.

Об'єкт і предмет дослідження як категорії наукового процесу співвідносяться між собою як загальне і часткове (таблиця 4)

Таблиця 4

Співвідношення об'єкта та предмета досліджень

Об'єкт	Предмет
Екологічний стан території	Рівень забруднення повітря

Об'єктом наукового дослідження є навколишній матеріальний світ та форми його відображення у людській свідомості, які існують незалежно від нашої свідомості, відбираються відповідно до мети дослідження. В об'єкті виокремлюється та його частина, котра є предметом дослідження. Правильний вибір об'єкта вивчення навколишнього матеріального світу відповідно до мети дослідження сприяє обґрунтованості результатів дослідження. Завдання дослідника полягає у визначенні факторів, які впливають на об'єкт дослідження, відборі та зосередженні уваги на найсуттєвіших з них.

*Фактор* – це причинно-наслідковий вплив на якісні й кількісні зміни в об'єкті дослідження.

*Критеріями відбору суттєвих факторів* є мета дослідження та рівень накопичених знань у цьому напрямі. Відбір найсуттєвіших факторів, що впливають на об'єкт дослідження, має велике практичне значення, оскільки впливає на ступінь достовірності результатів дослідження. Якщо будь-який суттєвий фактор не враховано, то висновки, здобуті в результаті дослідження, можуть бути помилковими, неповними або зовсім хибними. Ви явити суттєві фактори простіше, якщо дослідження ґрунтуються на добре опрацьованій теорії. Якщо теорія не дає відповіді на поставлені запитання, то використовують гіпотези, наукові ідеї, сформовані в процесі попереднього вивчення об'єкта дослідження.

Отже, чим повніше враховано вплив середовища на об'єкт дослідження, тим точнішими будуть результати наукового дослідження. Середовище – це те, що впливає на об'єкт дослідження.

Вибравши об'єкт наукового дослідження, його предмет і фактори визначають його параметри, тобто повноту вивчення об'єкта відповідно до мети наукового дослідження. Від достовірності визначення параметра дослідження і класифікації об'єктів значною мірою залежать результати виконаного дослідження.

Наукова діяльність є складним творчим процесом, який має власну логічну послідовність, вимагає відповідної організації праці дослідника. Основні форми становлення нового знання – це науковий факт, наукова проблема, гіпотеза і теорія. Наукові дослідження виконують насамперед в інтересах практики та для подальшого розвитку теорії. Вони також здійснюються з метою подолання певних труднощів у процесі наукового пізнання, пояснення раніше невідомих фактів або для виявлення неповноти існуючих способів пояснення відомих фактів. Труднощі наукового пошуку найчіткіше проявляються у так званих проблемних ситуаціях, коли існуюче наукове знання, його рівень і понятійний апарат недостатні для розв'язання нових завдань пізнання та практики.

Наукове дослідження не лише розпочинається з виявлення і формулювання проблеми, а й постійно має справу з новими проблемами, оскільки розв'язання однієї з них призводить до виникнення множини інших. Рівень наукового дослідження здебільшого визначається тим, наскільки новими й актуальними є проблеми, над якими працює дослідник. Вибір і постановка таких проблем обумовлюються об'єктивними та суб'єктивними умовами. Розв'язання проблеми завжди передбачає вихід за межі відомого й тому не може бути знайдене за допомогою наперед відомих правил і методів, що, однак, не виключає можливості та доцільності планування дослідження.

Наукову проблему часто характеризують як «усвідомлене незнання». Дійсно, наукова проблема виникає разом із розумінням того, що наявні знання є неповними, і цю ситуацію можна виправити лише в результаті подальшого розвитку науки та практики. Отже, наукова проблема – це форма наукового мислення, зміст якої становить те, що не досліджено людиною, але потребує пізнання, тобто це питання, котре виникло у процесі пізнання або практичної діяльності й потребує відповідного науково-практичного вирішення. Це – не застигла форма, а процес, що охоплює два основні етапи: постановку проблеми та її розв'язання. Уміння правильно поставити проблему – необхідна передумова її успішного розв'язання. «Формулювання проблеми, – зазначав А. Ейнштейн, – часто суттєвіше, ніж її розв'язання, котре може бути справою лише математичного чи експериментального мистецтва. Постановка нових питань, розвиток нових можливостей, розгляд старих проблем під новим кутом зору вимагають творчої уяви і відтворюють дійсний успіх у науці». Поставити наукову проблему – це означає:

- розмежувати відоме й невідоме, факти, що пояснені та які потребують пояснення, факти, що відповідають теорії й котрі суперечать їй;

- сформулювати питання, яке висловлює основний зміст проблеми, обґрунтувати його правильність і важливість для науки та практики;
- визначити конкретні завдання, послідовність їх розв'язання, методи, котрі будуть застосовуватися.

Для формулювання проблеми необхідно не лише оцінити її значення для розвитку науки і практики, а й мати методи і засоби її розв'язання. По суті, вибір проблем здебільшого визначає напрям наукового пошуку, стратегію і тактику дослідження. Вибір, постановка і розв'язання проблем залежать як від об'єктивних, так і суб'єктивних факторів. До перших можна віднести: ступінь зрілості й розвитку об'єкта дослідження; рівень знань, теорій у певній галузі науки; потреби суспільної практики; наявність спеціальних технічних засобів, методів і методики дослідження.

Суб'єктивні фактори також суттєво впливають на постановку й розв'язання проблем; передусім це наукові інтереси та практичний досвід дослідника, оригінальність мислення, наукова сумлінність, моральне задоволення, яке він отримує при дослідженні, тощо.

Перед початком дослідження необхідно виконати попередню роботу з метою формулювання наукової проблеми та визначити шляхи її розв'язання. Ця робота може здійснюватися, наприклад, таким чином:

1. Виявлення нових фактів і явищ, що не можуть пояснюватись існуючими теоріями, а також практичних проблем, які потребують наукового обґрунтування і розв'язання. Попередній аналіз повинен розкрити характер та обсяг нової інформації, що спонукає дослідника до наукового пошуку й створення нових теорій.

2. Попередній аналіз та оцінювання тих ідей і методів розв'язання проблеми, котрі можна висунути на основі нових фактів та існуючих теоретичних передумов. Отже, відбувається висування, обґрунтування й оцінювання тих гіпотез, за допомогою яких передбачається розв'язати проблему. При цьому не ставиться завдання конкретного розроблення однієї гіпотези, а виконується порівняльне оцінювання різних гіпотез, ступеня їх емпіричної та теоретичної обґрунтованості.

3. Визначення мети розв'язання і типу проблеми, її зв'язок з іншими проблемами. Більш повне і комплексне розв'язання проблеми передбачає наявність відповідної за обсягом та якістю емпіричної інформації, а також певного рівня розвитку теоретичних уявлень, тому досліднику дуже часто необхідно відмовитися від повного розв'язання проблеми й обмежуватися вужчим або частковим варіантом.

4. Попередній опис та інтерпретація проблеми.

Після виконання попередніх етапів створюється можливість точнішого опису, формулювання і тлумачення проблеми за допомогою наукових понять, категорій, принципів та суджень. Дослідник повинен з'ясувати специфіку зв'язку між емпіричними даними, на яких базується проблема, і тими теоретичними гіпотезами та припущеннями, котрі висуваються для її

розв'язання.

Проблема складається з ряду тем.

*Тема* – це наукове завдання, що охоплює певну сферу наукового дослідження. Вона базується на численних дослідницьких питаннях. Під науковими питаннями розуміють більш дрібні наукові завдання, що ставляться до конкретної галузі наукового дослідження.

Науковці домовилися називати підкласи наукових завдань, на які розбивається наукова проблема, науковими темами. Як правило, у процесі проведення наукового дослідження вони намагаються об'єднувати в одній науковій темі не більше семи наукових завдань, а в одній науковій проблемі – не більше семи наукових тем. Якщо науковцю вдалося розв'язати наукову тему, то отриманих результатів йому достатньо для того, щоб написати і захистити дисертацію на здобуття наукового ступеня доктора філософії (кандидата наук), якщо ж йому вдалося розв'язати наукову проблему, то отриманих результатів достатньо для того, щоб написати і захистити дисертацію на здобуття наукового ступеня доктора наук, який у всіх країнах світу є найвищим.

Альтернатив вибору теми наукового дослідження у бажаючих проводити такі дослідження всього три: 1) погодитися з пропозицією наукового керівника, до якого вас прикріпили на період виконання планової для підрозділу теми чи написання дисертації, якою він погодився керувати за умови, що саме він сформулює наукову тему вашої дисертації, виходячи з власних пріоритетів і уподобань; 2) начитавшись наукової літератури певного напрямку, ви самі знаходите тему, запитань по якій виникло більше, ніж вдалося віднайти відповідей у прочитаній літературі, і вам захотілося віднайти ці відповіді самому; 3) у практичній роботі, працюючи з використанням певних технологій та обладнання, ви зіткнулися з явищами або процесами, характеристик яких немає ні в технологічних картах, ні в паспортах обладнання, а подальше якісне чи безпечне використання цих технологій і обладнання без отримання відповідей на питання, що виникли, ставиться під сумнів.

Назва наукової теми не повинна бути занадто довгою, але водночас, вона має містити в собі предмет та мету дослідження.

*Завдання дослідження* окреслюють коло конкретних питань, які підлягають розробленню з метою вирішення проблемних аспектів, на основі яких сформульовано тему наукового дослідження. Вони формулюються у формі переліку дій: «вивчити», «проаналізувати», «встановити», «обґрунтувати» тощо. Ставляться як прикладні, так і теоретичні завдання (введення нових понять, розкриття їх сутності та змісту, розроблення критеріїв і показників оцінювання ефективності, принципів, умов та факторів, експеримен-

тальна перевірка, підготовка методичних рекомендацій чи нормативно-технічних документів тощо).

## Розділ 1.9

### ВІДОБРАЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

#### 1.9.1. Зміст наукової роботи

Результати кожного наукового дослідження мають бути матеріалізовані у такій формі, яка робила б їх доступними для інших осіб. Матеріалізація результатів може бути двох форм: письмова й усна. Ці форми мають різні види реалізації: наукові документи, наукові доповіді, звіти, огляди, статті, монографії.

Створення наукового літературного твору (роботи) прийнято поділяти на два етапи. *Перший етап – робота над змістом, другий – над оформленням.*

Операції з кінцевого відбору матеріалів полягають у тому, що з усієї маси зібраного й уже систематизованого під час попереднього відбору матеріалу обирається те, що має ввійти до складу наміченого літературно-наукового твору (доповіді, дипломної, дисертаційної або іншої роботи). У процесі кінцевого відбору ще раз ретельно переглядається весь матеріал, його окремі частини. Під час кінцевого відбору матеріалу слід урахувувати реальні можливості публікування всіх даних, які можуть бути використані у зв'язку з обмеженням обсягу роботи (дипломна робота – 100 – 150 сторінок, дисертація – 150 – 350 сторінок).

Після виконання кінцевого відбору матеріалу необхідно приступити до кінцевого групування матеріалу або літературного оформлення. Необхідно скласти новий план роботи, на основі якого буде здійснюватись літературне оформлення. Маючи уточнений план написання роботи, систематизований матеріал, можна приступити до викладення наукового твору. Оформлення результатів наукового дослідження є завершальним етапом науково-дослідницької роботи.

Будь-який науковий документ включає: титульний аркуш; зміст; перелік умовних позначень (якщо необхідно); вступ; основну частину; висновки; список використаних джерел; додатки (якщо необхідно).

*Вступ* розкриває сутність і стан наукової проблеми (завдання) та її значущість, підстави і вихідні дані для розроблення теми, обґрунтування необхідності проведення дослідження. У вступі подають загальну характеристику роботи у такій послідовності:

1. Актуальність теми. На основі критичного аналізу відомих шляхів розв'язання проблеми чітко й аргументовано обґрунтовують актуальність і доцільність роботи для розвитку відповідної галузі науки чи виробництва тощо.

2. Мета і завдання дослідження. Формулюють мету роботи і завдання, котрі необхідно розв'язати для її досягнення. Не слід формулювати мету як «Дослідження..», «Вивчення..», «Аналіз..», тому що ці слова вказують на засіб досягнення, а не на неї саму. Мета роботи, як правило, тісно переплітається з назвою роботи і повинна чітко вказувати, що саме розв'язують у роботі.

3. Об'єкт та предмет дослідження.

4. Методи дослідження. Подають перелік використаних методів дослідження. Перелічувати їх треба відповідно до змісту роботи, коротко відзначаючи, що саме досліджували тим чи іншим методом.

5. Наукова новизна отриманих результатів. Коротко викладають нові наукові положення (рішення), запропоновані автором особисто. Показують відмінність отриманих результатів від відомих раніше, описують ступінь новизни (вперше отримано, вдосконалено, розвинуто далі).

6. Наукове значення роботи. Показують, яке значення мають наукові положення, запропоновані в роботі, з точки зору розвитку (доповнення) наукових знань для розв'язання тієї чи іншої наукової проблеми.

7. Практичне значення отриманих результатів. Висвітлюють результати практичного застосування одержаних результатів або рекомендацій щодо їх використання. Необхідно коротко повідомити про впровадження результатів досліджень, назвавши організації, в яких здійснена реалізація, форми реалізації та реквізити відповідних документів. Упровадження, як правило, оформлюється актом чи довідкою.

8. Відомості про апробацію роботи, якщо за матеріалами роботи були доповіді на конференціях.

9. Відомості про публікації (в разі наявності наукових публікацій за матеріалами роботи).

10. Структура наукової роботи.

*Основна частина* наукової роботи складається з розділів, підрозділів, пунктів, підпунктів. Кожний розділ починають з нової сторінки. Основному тексту кожного розділу може передувати передмова з коротким описом обраного напрямку та обґрунтуванням застосованих методів досліджень. Наприкінці кожного розділу формулюють висновки зі стислим викладенням наведених у розділі наукових і практичних результатів, що дає змогу вивільнити загальні висновки від другорядних подробиць.

*В огляді літератури* окреслюють основні етапи розвитку наукової думки за своєю проблемою. Стисло, критично висвітлюючи роботи попередників, автор повинен назвати ті питання, що залишилися невирішеними, і, отже, визначити своє місце у розв'язанні проблеми. Бажано закінчити розділ коротким резюме стосовно необхідності проведення досліджень у цій галузі. Загальний обсяг огляду літератури не повинен перевищувати 20% обсягу основної частини наукової роботи.

У другому розділі, як правило, обґрунтовують вибір напряду досліджень, наводять методи розв'язання завдань і їх порівняльні оцінки, розробляють загальну методику проведення наукових досліджень. У теоретичних роботах розкривають методи розрахунків, гіпотези, що розглядають, в експериментальних – принципи дії та характеристики розробленої апаратури, допустимі неточності у процесі вимірювання й ін.

У наступних розділах з вичерпною повнотою викладаються результати власних досліджень автора з висвітленням того нового, що він вносить у розроблення проблеми. Автор повинен давати оцінку повноти розв'язання поставлених завдань, оцінку достовірності одержаних результатів (характеристик, параметрів), їх порівняння з аналогічними результатами вітчизняних і зарубіжних праць, обґрунтування потреби додаткових досліджень.

У висновках викладають найбільш важливі наукові та практичні результати, отримані в науковій роботі, які повинні містити формулювання розв'язаної наукової проблеми (задачі), її значення для науки і практики. У висновках необхідно наголосити на якісних та кількісних показниках одержаних результатів, обґрунтувати достовірність результатів, викласти рекомендації щодо їх використання.

### **1.9.2. Літературна обробка тексту**

Викладення має бути підпорядковане таким вимогам: єдиній логічній системі, повноті викладення, аргументованості, ясності вираження думки. В основ викладення повинен бути план.

Літературну обробку великих робіт (дипломний проект, дисертація) краще виконувати у кілька стадій: спочатку підготувати попередній виклад, а потім скласти стислий варіант, який містить у собі суть роботи, після цього дати розгорнутий виклад.

Після завершення кожного розділу (підрозділу) необхідно уважно перечитати його, а після закінчення всієї роботи слід прочитати її заново. При повторному читанні часто виявляються помилки, повторення, протиріччя, невдало підібрані епітети тощо. Усі цитати, формули, цифри, бібліографічні посилання мають бути перевірені за першоджерелами.

Одним із важливих моментів оформлення наукових студентських робіт є *саморедагування*, мета якого полягає в усуненні можливих помилок (стилістичних, граматичних), у розвитку критичного ставлення виконавців до результатів власної праці. Слід розрізняти два види редагування: наукове і літературне.

*Наукове редагування* передбачає правильний вибір матеріалів, термінів, точність логічних посилань і висновків, достовірність залучених джерел тощо.

*Літературне редагування* полягає у перевірці дотримання норм сучасної літературної мови.

Обмеження обсягу роботи вимагає стислості та ясності викладу. Це

більш обґрунтована вимога. Слід пам'ятати, що мова наукового мовлення (письма, виступу та ін.) підпорядковується дії двох факторів: норм сучасної наукової мови і норм, зумовлених логікою конкретної науки.

Бездоганна грамотність викладу – основна вимога до мови наукової документації.

Під час оформлення наукової роботи (письмового викладу) або виступу (доповіді) необхідно пам'ятати, що наукова мова має свої традиції, які склалися під впливом історичних, соціальних, культурних, естетичних та інших норм поведінки вченого у науковому колективі.

У науковому викладі головна увага приділяється змісту і логічній послідовності. Порівняно рідко використовується форма першої особи та займенників однини, не використовується також форма другої особи, тому викладення ведеться від третьої особи.

Стало неписаним правилом, академічним етикетом, коли автор наукового документа виступає від першої особи множини. Наприклад, на обкладинці книги стоїть одне прізвище. А в книзі автор пише не «я вважаю», а «ми вважаємо», що має низку переваг: складається атмосфера діалогу із читачем, це дозволяє виразити свою думку як думку певної групи людей, школи, напряду; відповідає процесу інтеграції в науці. Зловживання займенником «ми» знижує літературний ефект, тому частіше використовуються неозначено-особові речення.

Зміст наукового рукопису складає логіка авторського судження, а підпорядкування законам формальної логіки призводить до стандартизації способу авторського самовираження. Стандартизація викладу стосується перш за все термінології. Термін – це слово, яке точно визначає певне поняття, що використовується в науці, техніці, мистецтві. Необхідно намагатися, щоб термін був стислим. Основними недоліками наукової термінології є багатозначність окремих термінів, синоніми, тобто застосування для позначення одного і того ж поняття двох або більше термінів.

У науковій мові часто використовуються цитування і переказ. Вони необхідні для підтвердження достовірності, обґрунтування, доповнення висновків.

Обмеженість обсягу наукового документа диктує необхідність використання скорочення й аббревіатур. Розрізняють два види скорочення: для зорового сприйняття і для наукової мови. Скорочення має відповідати таким вимогам: воно не повинно перехрещуватись з відомою моделлю словосполучень; не повинно бути омонімом; має задовольняти мовні норми правопису й вимови.

У наукових роботах часто застосовуються математичні формули і символи, що вимагає особливого розгляду правил їх використання і написання. Формула – це комбінація математичних знаків, що виражає будь-яке речення.

У рукописі часто використовуються символічні позначення, які підпорядковуються певним правилам правопису.

При оформленні наукової роботи часто постає вимога вирішити питання про форму надання цифрового або ілюстративного матеріалу. Існують такі основні форми подання ілюстративного матеріалу: таблиця, діаграми, рисунок, графік, схема, замальовка, фотознімок, креслення, карта.

Діаграма – це спосіб графічного зображення залежності між величинами. Вони складаються для наочного зображення й аналізу числових даних.

Рисунок – це зображення предметів або явищ на площині. Найчастіше зустрічаються такі види рисунків: схеми, графіки, креслення тощо.

Після таблиць і графіків слід давати стисле тлумачення отриманих результатів. Будь-яка ілюстрація має супроводжуватися підписом, який складається з п'яти елементів: найменування, номер, зміст, деталізація змісту, додаткові дані.

### **1.9.3. Оформлення наукової роботи**

Наукову роботу, що подається на здобуття освітнього ступеня «магістр» чи наукового ступеня кандидата або доктора наук, готують у вигляді спеціально підготовленого рукопису (комп'ютерний варіант) у твердій папітурці. Її оформлення – важливий процес, нехтувати яким не можна, оскільки вміння дотримуватися встановлених вимог свідчить про кваліфікацію та професіоналізм автора.

Титульний аркуш наукової роботи містить:

- найменування міністерства – Міністерство освіти і науки України;
- найменування вищого навчального закладу та кафедри, де виконана робота;
- тему роботи;
- шифр і найменування спеціальності;
- прізвище, ім'я, по батькові автора;
- науковий ступінь, учене звання, прізвище та ініціали наукового керівника і консультанта;
- місто, рік.

Якщо в науковій роботі вжито специфічну термінологію, а також маловідомі скорочення, нові символи, позначення, то їхній перелік може бути поданий окремим списком, який розміщують перед вступом. Перелік друкують двома колонками, в яких ліворуч за абеткою наводять скорочення, праворуч – їхнє детальне розшифрування.

*Список використаних джерел* готують відповідно до вищенаведених вимог.

У разі потреби до *додатків* можна включити допоміжний матеріал: проміжні формули і розрахунки; таблиці допоміжних цифрових даних; інструкції і методики, опис алгоритмів і програм розв'язання задач на ПК;

ілюстрації допоміжного характеру.

Слід зазначити, що до загального обсягу наукової роботи не входять додатки, список використаних джерел, таблиці й рисунки, які займають усю площу сторінки, однак вони підлягають наскрізній нумерації на загальних засадах.

Наукову роботу друкують за допомогою комп'ютера на одній стороні аркуша білого паперу (формат А4), розміщуючи на сторінці до 30 рядків, що містять 1600–1700 друкованих знаків. При наборі використовують шрифти текстового редактора Word розміру 14 пунктів через 1,5 міжрядкового інтервалу. Текст магістерської роботи друкують, залишаючи поля: праве – 1 см, ліве – 3 см, верхнє і нижнє – 2–2,5 см.

Заголовки структурних частин «ЗМІСТ», «ВСТУП», «РОЗДІЛ 1», «ВИСНОВКИ» друкують великими літерами симетрично до тексту. Заголовки підрозділів – маленькими літерами (крім першої) з абзацного відступу. Крапка в кінці заголовка не ставиться. Якщо заголовок складається з двох речень, їх розділяють крапкою. Кожну структурну частину магістерської роботи починають з нової сторінки. Нумерацію сторінок, розділів, підрозділів, підпунктів, рисунків, таблиць, формул подають арабськими цифрами без знака №. Першою сторінкою магістерської роботи є титульний аркуш, який включають до загальної нумерації сторінок, не проставляючи номер. Наступні сторінки нумеруються у правому верхньому куті без крапки в кінці.

Після слова «РОЗДІЛ» ставиться його номер без крапки, потім з нового рядка друкують заголовок розділу. Підрозділи нумерують у межах кожного розділу двома цифрами: перша цифра – номер розділу, а друга – порядковий номер підрозділу, між якими ставиться крапка. У кінці номера підрозділу ставиться крапка, в тому ж рядку друкується назва підрозділу. Пункти нумеруються в межах кожного підрозділу за аналогічним правилом; цей номер складається з трьох цифр, розділених крапкою (наприклад, 2.1.1).

Ілюстрації (схеми, графіки) й таблиці необхідно подавати безпосередньо після тексту, де вони згадані вперше, або на наступній сторінці. Ілюстрації позначаються словом «Рис.» і нумеруються в межах розділу, за винятком ілюстрацій, поданих у додатках. Номер ілюстрації складається з номера розділу та порядкового номера ілюстрації, її назву і пояснювальні підписи розміщують послідовно під ілюстрацією.

Таблиці нумерують послідовно (за винятком таблиць, поданих у додатках) у межах розділу. У правому верхньому куті над відповідним заголовком таблиці розміщують надпис «Таблиця» із зазначенням номера. Номер таблиці складається з номера розділу й порядкового номера таблиці, між якими ставиться крапка. При перенесенні частини таблиці на інший аркуш над нею пишуть «Продовження табл.» і вказують її номер.

Формули в магістерській роботі (якщо їх більше однієї) нумерують у

межах розділу. Номер формули складається з номера розділу та порядкового номера формули в розділі, між ними ставлять крапку. Нумери пишуть біля правого поля в одному рядку з формулою в круглих дужках.

Примітки до тексту і таблиць, у яких подається довідкова та пояснювальна інформація (дані), нумерують послідовно в межах однієї сторінки. Якщо приміток на одній сторінці кілька, то після слова «Примітки» ставиться крапка.

У науковому тексті зустрічаються такі види скорочень: 1) літерні аббревіатури; 2) складноскорочені слова; 3) умовні скорочення за початковими літерами слів; 4) умовні скорочення за частинами слів і початковими літерами.

Літерні аббревіатури складаються з перших (початкових) літер повних найменувань (наприклад, НАН, СОТ, ЄС тощо). Якщо використовуються не загальноприйняті аббревіатури, а запропоновані автором, при першому згадуванні вони вказуються у круглих дужках після повного найменування, надалі вживаються у тексті без розшифровки або подаються у переліку умовних позначень перед вступом. Іншим видом скорочень є складноскорочені слова, що складаються з усічених і повних слів (наприклад, райдержадміністрація тощо).

Наведемо кілька загальноприйнятих умовних скорочень, які використовуються при оформленні наукової роботи:

- а) після перерахування (та ін.; тощо);
- б) при посиланнях (див. – дивись, пор. – порівняти);
- в) при позначенні цифрами століть і років (ст., р., рр.).

Наукові тексти відзначаються великою кількістю переліків, що складаються як із закінчених, так і незакінчених фраз. Незакінчені фрази пишуться з маленьких літер і позначаються арабськими цифрами чи маленькими літерами із напівкруглою дужкою, що закривається. Перший варіант: переліки складаються з окремих слів (або невеликих фраз без розділових знаків), які пишуться в підбір з іншим текстом і відокремлюються один від одного комою. Наприклад: *Продукція сільського господарства охоплює: 1) продукцію рослинництва, 2) продукцію тваринництва.*

Другий варіант: переліки складаються з розгорнутих фраз із власними розділовими знаками. Тут елементи переліку найчастіше пишуться з нового рядка і відокремлюються один від одного крапкою з комою. Наприклад:

*Сукупні ресурси домогосподарств охоплюють:*

- а) грошові доходи;*
- б) вартість спожитої продукції, отриманої з особистого підсобного господарства.*

Коли частини переліку складаються із закінчених фраз, вони пишуться з абзацними відступами, починаються з великих літер і відокремлюються одна від одної крапкою. Наприклад:

У системному блоці розташовуються всі основні вузли комп'ютера:

1. Електронні схеми, які керують роботою комп'ютера (мікропроцесор, оперативна пам'ять, контролери пристроїв та ін.).
2. Блок живлення, що перетворює електроживлення мережі в постійний струм низької напруги, який подається на електронні схеми комп'ютера.

Текст усіх елементів переліку граматично підпорядковується головній ввідній фразі. Її не рекомендується переривати на прийменнику або сполучнику (на, із, від, те, що).

Ілюструвати магістерську роботу необхідно, враховуючи загальний задум, не використовуючи ілюстрації, які стосуються другорядних деталей тексту. Кожна ілюстрація має відповідати текстові, а текст - ілюстрації. У тексті робиться посилання, що містить порядковий номер ілюстрації. Кожній ілюстрації дають назву, яку розміщують після її номера. За необхідності ілюстрації доповнюють пояснювальними даними (підрисунковий надпис).

Надпис під ілюстрацією, як правило, має чотири основні елементи:

- найменування графічного сюжету, що позначається скороченим словом «Рис.»;
- порядковий номер ілюстрації, який указується без знака № арабськими цифрами;
- тематичний заголовок ілюстрації, що містить текст з якомога стислою характеристикою зображення;
- експлікацію, котра будується так: деталі сюжету позначаються цифрами, які виносяться у підпис.

*Наприклад:*

*Рис. 9.1. Схема розташування об'єктів дослідження.*

Не варто оформлювати посилання на ілюстрації як самостійні фрази, в яких лише повторюється те, що міститься у підписі. У тому місці, де викладається тема, пов'язана з ілюстрацією, розміщують посилання у вигляді виразу в круглих дужках (рис. 5.1) або «...як це показано на рис. 5.1.».

Цифровий матеріал, як правило, оформлюється в таблицях. За змістом вони поділяються на аналітичні й неаналітичні. Аналітичні таблиці є результатом обробки та аналізу цифрових показників. Після таких таблиць переважно робиться узагальнення про нове (виведене) знання, яке описується у тексті словами «таблиця дає змогу зробити висновок, що...», «із таблиці видно, що...» і т.д. У неаналітичні таблиці вміщують здебільшого числові дані, необхідні лише для подання інформації чи констатації певного стану речей. Таблиця складається з таких елементів: порядковий номер, тематичний заголовок або назва, заголовки вертикальних граф і горизонтальних рядків. Уміщують таблицю після першого згадування про неї в тексті. Таблицю з великою кількістю рядків можна переносити на інший аркуш, а з великою кількістю граф – ділити на частини і розміщувати одну над одною в межах однієї сторінки. Якщо заголовки граф складні, графи нумеруються,

а їхня нумерація переноситься на наступну сторінку.

На всі таблиці повинні бути посилання в тексті, при цьому пишуть «у табл. 6.1» або «див. табл. 6.1».

Найбільші, а також довгі та громіздкі формули, котрі мають у складі знаки додавання, віднімання, ділення тощо, розміщують на окремих рядках. Це стосується також і всіх нумерованих формул. Для економії місця кілька коротких однотипних формул, відокремлених від тексту, можна подати в одному рядку, а не одна під одною. Невеликі й нескладні формули, що не мають самостійного значення, вписують у середині рядків тексту. Пояснення значень символів і числових коефіцієнтів треба подавати безпосередньо під формулою у тій послідовності, в якій вони наведені у формулі. Значення кожного символу і числового коефіцієнта записують з нового рядка. Перший рядок пояснення починають зі слова «де» без двокрапки.

Рівняння й формули необхідно відділяти від тексту вільними рядками (не менше одного). Якщо рівняння чи формула не вміщуються в один рядок, їх переносять у наступний після знаків «=», «+», «-», «х», «:». Нумерувати слід лише ті формули, на які є посилання в тексті. Порядкові номери позначають арабськими цифрами в круглих дужках біля правого поля.

Слід пам'ятати, що формула – це рівноправний елемент речення, тому в кінці формул і в тексті перед ними розділові знаки ставляться відповідно до правил пунктуації. Двокрапку перед ними ставлять, якщо у тексті є узагальнююче слово або цього вимагає побудова речення. Розділовими знаками між формулами у тексті може бути крапка з комою.

Наукову роботу оцінюють також за рівнем бібліографічного апарату, котрий характеризує використані автором джерела. Для підтвердження власних аргументів з посиланням на авторитетне джерело або критичного аналізу друкованого твору слід наводити цитати. Крім тексту, до цитат належать запозичені таблиці, схеми, діаграми, формули тощо. Загальні вимоги до цитування такі:

1. Текст цитати починається та закінчується лапками і наводиться дослівно зі збереженням особливостей авторського написання.
2. Цитування повинно бути повним, без довільного скорочення авторського тексту й перекручень думок автора. Пропуск слів і речень у цитаті допускається без перекручення авторського тексту й позначається трьома крапками.
3. Кожна цитата обов'язково супроводжується посиланням на джерело.
4. При непрямому цитуванні (викладанні думок інших авторів своїми словами) слід бути максимально точним і коректним, посилатися на джерело.
5. Якщо автор виявляє своє ставлення до цитованого тексту, то після нього в круглих дужках ставиться знак оклику чи знак питання.

Посилання в тексті наукової роботи роблять відповідно до їх переліку

в квадратних дужках [1–7] або [48]. Коли використовуються монографії, статті, інші джерела, що мають значний обсяг, тоді в посиланні необхідно вказати номери сторінок, ілюстрацій, таблиць, формул, наприклад: [1, с. 25].

Додатки оформлюють переважно як продовження роботи на наступних сторінках або як окрему частину (книгу) й розміщують у порядку наведення посилань у тексті. Кожний додаток починається з нової сторінки, йому дають назву, надруковану з великої літери симетрично до тексту. Над заголовком посередині рядка з великої літери друкується слово «Додаток» і велика літера, що його позначає. Вони позначаються послідовно великими літерами української абетки, крім літер Є, І, Ї, И, О, Ч, Ь.

Текст кожного додатка за необхідності може бути поділений на розділи й підрозділи, які нумеруються в межах додатка за загальними правилами: А.2, А.2.1. Ілюстрації, таблиці та формули нумеруються в межах кожного додатка: рис. Д.1.2; формула (А.3).

## **2. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ**

## **Практичне заняття № 1**

### **ПОНЯТТЯ «МЕТОДОЛОГІЯ», «МЕТОД», «ПРИЙОМ» У НАУКОВОМУ ДОСЛІДЖЕННІ. ТИПОЛОГІЯ МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ**

**Мета:** поглибити ступінь засвоєння та розуміння основних понять наукової методології.

**Завдання:** у реферативній формі розкрийте зміст питань плану.

#### План

1. Логіка та методологія наукового дослідження.
2. Поняття системного, синергетичного, комплексного й цілісного підходу в науковому дослідженні.
3. Загальнонаукові, часткові та спеціальні методи дослідження.
4. Головні компоненти методики наукового дослідження.
5. Функції методології.

#### Література

1. Методологія та організація наукових досліджень (в екології): підручник / М. О. Клименко, В. Г. Петрук, В. Б. Мокін, Н. М. Вознюк. – Херсон : Олдіплюс, 2012. – 474 с.
2. Крушельницька О.В. Методологія та організація наукових досліджень: навч. посібник / О.В. Крушельницька. – К.: Кондор, 2003. – 192 с.
3. П'ятницька-Познякова І. С. Основи наукових досліджень у вищій школі: навч. посібник / І. С. П'ятницька-Познякова. – К., 2003. – 116 с.
4. Єріна А. М. Методологія наукових досліджень: навчальний посібник / А. М. Єріна. – К., 2004. – 212 с.

## **Практичне заняття № 2**

### **ТЕОРЕТИЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ**

**Мета:** поглибити ступінь засвоєння та розуміння методів проведення теоретичних досліджень, їх призначення.

**Завдання:** пояснити суть перелічених методів, їх призначення й особливості застосування.

#### План

1. Аналіз і синтез, їх види: емпіричний, елементарно-теоретичний, структурно-генетичний.
2. Дедукція та індукція. Поняття загального й часткового.
3. Аксиоматичний та історичний методи теоретичних досліджень.
4. Абстрагування й конкретизація.

5. Аналогія як загальнонауковий метод.
6. Методи формальної логіки: єдиної схожості, супутніх змін та ін.

#### Література

1. Методологія та організація наукових досліджень (в екології): підручник / М. О. Клименко, В. Г. Петрук, В. Б. Мокін, Н. М. Вознюк. – Херсон : Олдіплюс, 2012. – 474 с.
2. Крушельницька О.В. Методологія та організація наукових досліджень: навч. посібник / О.В. Крушельницька. – К.: Кондор, 2003. – 192
3. П'ятницька-Познякова І. С. Основи наукових досліджень у вищій школі: навч. посібник / І. С. П'ятницька-Познякова. – К., 2003. – 116 с.
4. Єріна А. М. Методологія наукових досліджень: навчальний посібник / А. М. Єріна. – К., 2004. – 212 с.

### Практичне заняття № 3 ЕМПІРИЧНІ МЕТОДИ НАУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

**Мета:** поглибити ступінь засвоєння та розуміння методів проведення емпіричних досліджень, їх призначення.

**Завдання:** пояснити суть перелічених методів, їх призначення й особливості застосування.

#### План

1. Характеристика порівняння та вимірювання як наукового методу.
2. Спостереження: класифікація, етапи.
3. Знання й уміння, необхідні для проведення спостереження.
4. Опитування як метод, його переваги та недоліки.
5. Формалізація й аксіоматизація як методи наукового дослідження.
6. Загальна характеристика кількісних методів.
7. Принципи і методи вимірювання. Поняття шкали вимірювання.
8. Шкала як конструювання еталона вимірювання. Види шкал.

#### Література

1. Методологія та організація наукових досліджень (в екології): підручник / М. О. Клименко, В. Г. Петрук, В. Б. Мокін, Н. М. Вознюк. – Херсон : Олдіплюс, 2012. – 474 с.
2. Крушельницька О.В. Методологія та організація наукових досліджень: навч. посібник / О.В. Крушельницька. – К.: Кондор, 2003. – 192
3. П'ятницька-Познякова І. С. Основи наукових досліджень у вищій школі: навч. посібник / І. С. П'ятницька-Познякова. – К., 2003. – 116 с.
4. Єріна А. М. Методологія наукових досліджень: навчальний посібник / А. М. Єріна. – К., 2004. – 212 с.

## Практичне заняття № 4

### МОДЕЛЮВАННЯ В НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

**Мета:** поглибити ступінь засвоєння та розуміння моделювання як методу проведення наукових досліджень.

**Завдання:** ув реферативній формі розкрийте зміст питань плану.

#### План

1. Моделювання, його принципи.
2. Поняття моделювання та моделі. Фізичне й математичне моделювання. Моделі матеріальні (реальні) та уявні (ідеальні).
3. Вимоги до побудови моделі.
4. Наведіть приклади використання моделей при ухваленні управлінських рішень.

#### Література

1. Методологія та організація наукових досліджень (в екології): підручник / М. О. Клименко, В. Г. Петрук, В. Б. Мокін, Н. М. Вознюк. – Херсон : Олдіплюс, 2012. – 474 с.
2. Крушельницька О.В. Методологія та організація наукових досліджень: навч. посібник / О.В. Крушельницька. – К.: Кондор, 2003. – 192
3. П'ятницька-Познякова І. С. Основи наукових досліджень у вищій школі: навч. посібник / І. С. П'ятницька-Познякова. – К., 2003. – 116 с.
4. Єріна А. М. Методологія наукових досліджень: навчальний посібник / А. М. Єріна. – К., 2004. – 212 с.

## Практичне заняття № 5

### МАТЕМАТИЧНА ОБРОБКА РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

**Мета:** закріпити теоретичні знання про окремі елементи статистичної обробки даних, ознайомитися з можливостями статистичної обробки результатів експериментальних досліджень у програмі Microsoft Excel.

**Завдання:** використовуючи програмний пакет Microsoft Excel, виконати розрахунки. Номер варіанта обирається за номером студента у списку у журналі. Результати розрахунків надати у звіті.

#### План

1. Розрахунок статистичних функцій в EXCEL.

Табличний редактор «EXCEL» надає великі можливості для виконання різноманітних наукових завдань. Серед найбільш простих та корисних статистичних функцій рекомендовано освоїти такі:

МАКС – визначає максимальне число в масиві чисел;  
 МИН – встановлює мінімальне число в масиві чисел;  
 СРЗНАЧ – визначає середнє арифметичне чисел масиву;  
 КВАДРОТКЛ – встановлює суму квадратів відхилень від середнього значення

$$S = \sum (x_i - \bar{x})^2, \quad (1)$$

де  $x_i$  – елементи масиву;  
 $\bar{x}$  – середнє значення елементів масиву;  
 ДИСП – дисперсія чисел масиву;

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n \sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}, \quad (2)$$

де  $n$  – число елементів масиву.

СТАНДОТКЛОН – оцінює стандартне відхилення по вибірці. Стандартне відхилення – це міра ширини розкидання точок даних відносно їх середнього,

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} = \sqrt{D}, \quad (3)$$

СЧЕТ – визначає число елементів масиву.

У перелічених функцій аргументом є масив чисел, який вказується в дужках після вказівки функції, наприклад:

ДИСП (A1:F12) – це означає, що слід вчислити дисперсію чисел, що знаходяться у діапазоні від A1 до F12.

НОРМРАСП – повертає нормальну функцію розподілу для вказаного середнього і стандартного відхилення. Ця функція має дуже широке коло додатків у статистиці, включаючи перевірку гіпотез. Синтаксис цієї функції:

НОРМРАСП (x; среднее; стандартное откл; интегральная)

де  $x$  – значення, для якого будується розподілення;

среднее – середнє арифметичне масиву;

стандартное откл – стандартне відхилення розподілу;

интегральная – логічне значення, яке визначає форму функції. Якщо «интегральная» має значення ИСТИНА, то функція НОРМРАСП повертає інтегральну функцію розподілу; якщо цей аргумент має значення ЛОЖЬ, то повертається функція щільності розподілу.

Зауваження: якщо «среднее» або «стандартное откл» не є числом, то

функція НОРМРАСП повертає значення помилки «#ЗНАЧ!».

Якщо «стандартное откл» < 0, то функція НОРМРАСП повертає значення помилки «#ЧИСЛО!».

Коли «среднее» = 0, «стандартное откл» = 1 и «интегральная» = =ИСТИНА, то функція НОРМРАСП повертає стандартне нормальне розподілення, тобто НОРМРАСП.

Рівняння для щільності нормального розподілення (аргумент «интегральная» містить значення ЛОЖЬ) має такий вигляд:

НОРМРАСП (x; среднее; стандартное откл; ложь).

Якщо аргумент «интегральная» має значення ИСТИНА, формула описує інтеграл з межами від  $-\infty$  до «x».

### Завдання 1

1. Для вказаного масиву знайти максимальне і мінімальне значення, середнє арифметичне, суму квадратів відхилень від середнього значення.

2. Визначити дисперсію, середньоквадратичне відхилення (стандартне відхилення), суму значень масиву, кількість значень у масиві.

Варіанти завдань наведені в табл. 5.

Таблиця 5

Варіанти вихідних даних для завдання №1

Варіант	Вихідні дані											
1	21	25	26	27	30	23	22	27	23	30	33	31
2	23	25	36	22	32	23	25	21	23	36	17	29
3	15	38	35	14	43	41	35	35	25	21	42	21
4	23	25	26	20	27	25	22	20	19	26	26	20
5	30	22	34	34	29	23	33	31	33	23	22	27
6	37	29	28	22	23	25	31	26	19	20	33	32
7	37	40	32	42	32	30	36	46	29	46	47	45
8	37	48	46	51	39	49	51	33	36	38	45	60
9	56	56	56	57	57	56	56	57	56	56	56	56
10	31	14	18	20	20	17	36	28	8	6	25	35
11	78	54	47	74	46	73	80	73	61	51	72	77
12	15	60	40	46	51	14	30	36	60	56	46	36
13	60	80	69	55	64	70	74	75	58	70	70	82
14	41	38	55	33	62	62	39	32	51	40	50	35
15	66	69	46	48	66	47	52	43	49	55	64	67
16	83	59	82	52	74	53	76	51	61	77	83	68
17	50	49	71	54	70	65	52	66	70	53	49	57
18	76	59	71	71	65	78	63	72	75	76	75	59
19	52	64	14	27	22	59	47	48	35	32	20	34
20	46	34	51	27	66	56	41	24	22	50	61	54

### Завдання 2

Для даних табл.1 знайти вірогідність того, що випадкове число має значення менше 23, менше 32, менше 38, менше 40.

### Завдання 3

Для даних табл.1 знайти вірогідність того, що випадкове число знаходиться:

- в інтервалі від  $\mu - \sigma$  до  $\mu + \sigma$ ,
  - в інтервалі від  $\mu - 2\sigma$  до  $\mu + 2\sigma$ ,
  - в інтервалі від  $\mu - 3\sigma$  до  $\mu + 3\sigma$ ,
- де  $\mu$  – середнє значення масиву;  
 $\sigma$  – стандартне відхилення.

Величини  $\mu$  та  $\sigma$  взяти з розв'язання завдання 1

### Література

1. Цехмістрова Г. С.: Основи наукових досліджень: навчальний посібник / Г.С. Цехмістрова – Київ: Видавничий Дім «Слово», 2003. – 240 с.
2. Макаров Н. В. Статистика в Excel: учеб. пособие. Н. В Макаров., В. Я. Трофимов – М. : Финансы и статистика, 2002. – 368 с.: ил.
3. Математическая статистика: методические разработки и контрольные задания / С. В. Плотникова. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2005. – 52 с.

### Практичне заняття № 6

#### ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

**Мета:** набути практичних навичок у формулюванні основних елементів структури наукового дослідження.

**Завдання:** для наведеного прикладу змісту еколого-географічного аналізу й оцінювання території для кожного пункту кожного розділу обери необхідні методи досліджень.

#### План

1. Характеристика методів екологічних досліджень.

#### Фізико-географічний аналіз території

Фізико-географічний аналіз включає такі структурні елементи: місце розташування території, фізико-географічні умови, геологічну будову та гідрологічні умови.

*Місце розташування* (району, міста, майданчика, траси).

У цьому розділі наводять відомості про:

- географічне положення;
- адміністративну підпорядкованість.

*Фізико-географічні умови.* У цьому розділі подають відомості про:

- рельєф із зазначенням абсолютних відміток поверхні;
- природні процеси, зумовлені екзогенними чинниками;
- гідрографію місцевості;
- клімат (із зазначенням даних про атмосферні опади, температурний режим, сніговий покрив, льодовий режим);
- рослинність місцевості.

*Геологічна будова.* У цьому розділі подають відомості про:

- тектонічну характеристику району робіт;
- опис умов залягання ґрунтів;
- характеристику фізико-механічних властивостей ґрунтів;
- природні процеси, зумовлені ендегенними (внутрішніми) земними чинниками на суші та в акваторіях.

*Гідрологічні умови.* У цьому розділі подають відомості про:

- гідрологічні умови;
- режим підземних вод.

### **Екологічний аналіз території**

*Забруднення атмосферного повітря.* У розділі наводять відомості про:

- сумарну забрудненість атмосферного повітря (інтегральний індекс);
- середній багаторічний потенціал атмосфери;
- кількісну та якісну оцінку можливого впливу забрудненості атмосферного повітря на здоров'я населення.

*Забруднення природних вод.* У цьому розділі подають відомості про:

- забрудненість поверхневих вод (індекс сумарної забрудненості води);
- якісний стан води, природний потенціал самоочищення поверхневих вод (інтегральний показник стійкості до техногенного навантаження).

*Забруднення ґрунтів.* У цьому розділі подають відомості про:

- біотичний потенціал природного середовища (встановлюється за величиною гідротермічного потенціалу продуктивності фітомаси), стійкість ґрунтів до забруднення, несприятливі природно-антропологічні процеси;
- забруднення ґрунтів мінеральними добривами, пестицидами, агро-екологічні зони, оцінку ґрунтів за агроекономічним потенціалом;
- забруднення ґрунтів важкими металами (сумарну забрудненість за вмістом валових форм кобальту, міді, нікелю, свинцю й хрому в межах природно-сільськогосподарського районування території);

– радіаційне забруднення ґрунтів (сумарну забрудненість радіонуклідами (цезієм-137, стронцієм-90, плутонієм) у межах природно-сільсько-господарського районування території);

– стійкість ґрунтів до забруднення промисловими підприємствами, тваринницькими комплексами й фермами, мінеральними та органічними добривами й пестицидами (показник стійкості ґрунтів).

*Забруднення середовища.* У цьому розділі подають відомості про:

– імовірності розвитку негативних чинників, явищ та їх взаємозв'язків;

– імовірнісне оцінювання антропоєкологічного ризику (інтегральний показник екологічного потенціалу території);

– техногенно-екологічну небезпеку, питому вагу надзвичайних ситуацій усіх типів, величину техногенного навантаження на природне середовище;

– ступінь економічної рівноваги в геосистемі «суспільство – природа» та її можливість виконувати антропоєкологічну й виробничу функції;

– еколого-економічну зону, природно-ресурсний потенціал.

#### Література

1. Методологія та організація наукових досліджень (в екології): підручник / М. О. Клименко, В. Г. Петрук, В. Б. Мокін, Н. М. Вознюк. – Херсон : Олдіплюс, 2012. – 474 с.

#### Практичне заняття № 7

### СТРУКТУРА ДОСЛІДЖЕННЯ: ОБҐРУНТУВАННЯ АКТУАЛЬНОСТІ Й ВИЗНАЧЕННЯ ОБ'ЄКТА ТА ПРЕДМЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ, ЙОГО МЕТИ, ЗАВДАННЯ

**Мета:** набути практичних навичок у формулюванні основних елементів структури наукового дослідження.

**Завдання:** дайте відповіді на питання плану стосовно своєї дипломної роботи.

#### План

1. Обґрунтуйте актуальність дослідження.
2. Визначте його об'єкт і предмет.
3. Сформулюйте мету та завдання дослідження.

#### Література

1. Методологія та організація наукових досліджень (в екології): підручник / М.О. Клименко, В.Г. Петрук, В.Б. Мокін, Н.М. Вознюк. – Херсон : Олдіплюс, 2012. – 474 с.

2. Єріна А.М. Методологія наукових досліджень: навчальний посібник / А.М. Єріна. – К., 2004. – 212 с.

## Практичне заняття № 8 ВІДОБРАЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

**Мета:** набути практичних навичок у формулюванні основних елементів структури наукового дослідження.

**Завдання:** у реферативній формі розкрийте зміст питань плану. Проаналізуйте правила оформлення списку посилань на літературні джерела (табл. 6). Наведіть структуру посилань.

### План

1. Формулювання наукових та виробничих висновків, складання науково-технічного звіту.
2. Оприлюднення результатів дослідження й упровадження їх у практику.
3. Прийоми викладу наукових матеріалів. Види науково-дослідницьких робіт.
4. Подання текстового матеріалу: загальні вимоги до тексту, мова і стиль наукової роботи; подання окремих видів текстового матеріалу.
5. Оформлення окремих видів ілюстративного та табличного матеріалу (креслення, графіки, фотографії тощо).
6. Правила оформлення списку використаних джерел (пояснити приклади, наведені в таблиці 6).

Таблиця 6

### Приклади оформлення бібліографічного опису в списку джерел

Джерело	Приклад оформлення
1	2
Книги:	1. Коренівський Д. Г. Дестабілізуючий ефект параметричного білого шуму в неперервних та дискретних динамічних системах / Коренівський Д. Г. – К. : Ін-т математики, 2006. – 111 с. – (Математика та її застосування) (Праці / Ін-т математики НАН України ; т. 59). 2. Матюх Н. Д. Що дорожче срібла-золота / Наталія Дмитрівна Матюх. – К. : Асамблея діл. кіл : Ін-т соц. іміджмейкінгу, 2006. – 311 с. – (Ювеліри України ; т. 1). 3. Шкляр В. Елементал : [роман] / Василь Шкляр. – Львів : Кальварія, 2005. – 196, [1] с. – (Першотвір).

Продовження таблиці 6

Два автори	<p>1. Ромовська З. В. Сімейне законодавство України / З. В. Ромовська, Ю. В. Черняк. – К. : Прецедент, 2006. – 93 с. – (Юридична бібліотека. Бібліотека адвоката) (Матеріали до складання кваліфікаційних іспитів для отримання Свідоцтва про право на заняття адвокатською діяльністю ; вип. 11).</p> <p>2. Суберляк О. В. Технологія переробки полімерних та композиційних матеріалів : підруч. [для студ. вищ. навч. закл.] / О. В. Суберляк, П. І. Баштанник. – Львів : Растр -7, 2007. – 375 с.</p>
Три автори	<p>1. Акофф Р. Л. Идеализированное проектирование: как предотвратить завтрашний кризис сегодня. Создание будущего организации / Акофф Р. Л., Магидсон Д., Эддисон Г. Д. ; пер. с англ. Ф. П. Тарасенко. – Днепропетровск : Баланс Бизнес Букс, 2007. – XLIII, 265 с.</p>
Чотири автори	<p>1. Методика нормування ресурсів для виробництва продукції рослинництва / [ Вітвіцький В. В., Кисляченко М. Ф., Лобастов І. В., Нечипорук А. А.]. – К. : НДІ «Укراгропром-продуктивність», 2006. – 106 с.</p> <p>2. Механізація переробної галузі агропромислового комплексу : [підруч. для учнів проф.-техн. навч. закл.] / О. В. Гвоздєв, Ф. Ю. Ялпачик, Ю. П. Рогач, М. М. Сердюк. – К. : Вища освіта, 2006. – 478 с. – (ПТО: Професійнотехнічна освіта).</p>
Пять і більше авторів	<p>1. Психология менеджмента / [ Власов П. К., Липницкий А. В., Луцкихина И. М. и др.] ; под ред. Г. С. Никифорова. – [3-е изд.]. – Х. : Гуманитар. центр, 2007. – 510 с.</p> <p>2. Формування здорового способу життя молоді : навч.метод. посіб. для працівників соц. служб для сім'ї, дітей та молоді / [Т. В. Бондар, О. Г. Карпенко, Д. М. Дикова-Фаворська та ін.]. – К. : Укр. ін-т соц. дослідж., 2005. – 115 с. – (Серія «Формування здорового життя» : у 14 кн., кн. 13).</p>
Без автора	<p>1. Історія Свято-Михайлівського Золотоверхого монастиря / [авт. тексту В. Клос]. – К. : Грані-Т, 2007. – 119 с. – (Грані світу). Воскресіння мертвих : українська барокова драма : антологія / [упорядкув., ст., пер. і прим. В. О. Шевчук]. – К. : Грамота, 2007. – 638 с.</p> <p>2. Тіло чи особистість? Жіноча тілесність у вибраній малій українській прозі та графіці кінця ХІХ – початку ХХ століття : [антологія / упоряд.: Л. Таран, О. Лагутенко]. – К. : Грані-Т, 2007. – 190с.</p> <p>3. Проблеми типологічної та квантитативної лексикології : [зб.наук.праць / наук. ред. Каліущенко В. та ін.]. – Чернівці : Рута, 2007. – 310 с.</p>

Продовження таблиці 6

Багатотомний документ	<p>1. Історія Національної академії наук України, 1941–1945 / [упоряд. Л. М. Яременко та ін.]. – К. : Нац. б-ка України ім. В. І. Вернадського, 2007 – (Джерела з історії науки в Україні). Ч. 2 : Додатки – 2007. – 573с.</p> <p>2. Межгосударственные стандарты : каталог в 6 т. / [сост. Ковалева И. В., Рубцова Е. Ю. ; ред. Иванов В. Л.]. – Львов : НТЦ «Леонорм-Стандарт», 2005 – (Серия «Нормативная база предприятия»). Т. 1. – 2005. – 277 с.</p> <p>3. Дарова А. Т. Неисповедимы пути Господни... : (Дочь врага народа) : трилогия / А. Дарова. – Одесса : Астропринт, 2006. – (Сочинения : в 8 кн. / А. Дарова ; кн. 4).</p> <p>4. Кучерявенко Н. П. Курс налогового права : Особенная часть : в 6 т. / Н. П. Кучерявенко. – Х. Право, 2002. – Т. 4: Косвенные налоги. – 2007. – 534 с.</p> <p>5. Реабілітовані історією. Житомирська область : [у 7 т.]. – Житомир : Полісся, 2006. – (Науково-документальна серія книг «Реабілітовані історією» : у 27 т. / голов. редкол.: Тронько П. Т. (голова) [та ін.]). Кн. 1 / [обл. редкол.: Синявська І. М. (голова) та ін.]. – 2006. – 721с.</p> <p>6. Бондаренко В. Г. Теорія ймовірностей і математична статистика. Ч.1 / В. Г. Бондаренко, І. Ю. Канівська, С. М. Парамонова. – К. : НТУУ «КПІ», 2006. – 125 с.</p>
Препринти	<p>1. Шиляев Б. А. Расчеты параметров радиационного повреждения материалов нейтронами источника ННЦ ХФТИ/ANL USA с подкритической сборкой, управляемой ускорителем электронов / Шиляев Б. А., Воеводин В. Н. – Х.: ХФТИ, 2006. – 19 с. – (Препринт / НАН Украины, Нац. науч. центр «Харьк. физ.-техн. ин-т»; ХФТИ 2006-4).</p> <p>2. Панасюк М. І. Про точність визначення активності твердих радіоактивних відходів гамма-методами / Панасюк М. І., Скорбун А. Д., Сплошной Б. М. – Чорнобиль : Ін-т пробл. безпеки АЕС НАН України, 2006. – 7, [1] с. – (Препринт / НАН України, Ін-т пробл. безпеки АЕС ; 06-1).</p>
Депоновані наукові праці	<p>1. Социологическое исследование малых групп населения / В. И. Иванов [и др.] ; М-во образования Рос. Федерации, Финансовая академия. – М., 2002. – 110 с. – Деп. в ВИНТИ 13.06.02, № 145432.</p> <p>2. Разумовский В. А. Управление маркетинговыми исследованиями в регионе / В. А. Разумовский, Д. А. Андреев. – М., 2002. – 210 с. – Деп. в ИНИОН Рос. акад. наук 15.02.02, № 139876.</p>

Продовження таблиці 6

Словники	<p>1. Географія : словник-довідник / [авт.-уклад. Ципін В. Л.]. – Х. : Халімон, 2006. – 175с.</p> <p>2. Українсько-німецький тематичний словник [уклад. Н. Яцко та ін.]. – К. : Карпенко, 2007. – 219 с.</p> <p>3. Європейський Союз : словник-довідник / [ред. М. Марченко]. – 2-ге вид., оновл. – К. : К.І.С., 2006. – 138 с.</p>
Атласи	<p>1. Анатомія пам'яті : атлас схем і рисунків провідних шляхів і структур нервової системи, що беруть участь у процесах пам'яті : посіб. для студ. та лікарів / О. Л. Дроздов, Л. А. Дзяк, В. О. Козлов, В. Д. Маковецький. – 2-ге вид., розшир. та доповн. – Дніпропетровськ : Пороги, 2005. – 218 с.</p> <p>2. Куерда Х. Атлас ботаніки / Хосе Куерда ; [пер. з ісп. В. Й. Шовкун]. – Х. : Ранок, 2005. – 96 с.</p>
Законодавчі та нормативні документи	<p>1. Кримінально-процесуальний кодекс України : за станом на 1 груд. 2005 р. / Верховна Рада України. – Офіц. вид. – К. : Парлам. вид-во, 2006. – 207 с. – (Бібліотека офіційних видань).</p> <p>2. Медична статистика статистика : зб. нормат. док. / упоряд. та голов. ред. В. М. Заболотько. – К. : МНІАЦ мед. статистики : Медінформ, 2006. – 459 с. – (Нормативні директивні правові документи).</p> <p>3. Експлуатація, порядок і терміни перевірки запобіжних пристроїв посудин, апаратів і трубопроводів теплових електростанцій : СОУ-Н ЕЕ 39.501:2007. – Офіц. вид. – К. : ГРІФРЕ : М-во палива та енергетики України, 2007. – VI, 74 с. – (Нормативний документ Мінпаливенерго України. Інструкція).</p>
Стандарти	<p>1. Графічні символи, що їх використовують на устаткуванні. Покажчик та огляд (ISO 7000:2004, IDT) : ДСТУ ISO 7000:2004. – [Чинний від 2006-01-01]. – К. : Держспоживстандарт України 2006. – IV, 231 с. – (Національний стандарт України).</p> <p>2. Якість води. Словник термінів : ДСТУ ISO 6107-1:2004 – ДСТУ ISO 6107-9:2004. – [Чинний від 2005-04-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2006. – 181 с. – (Національні стандарти України).</p> <p>3. Вимоги щодо безпечності контрольно-вимірального та лабораторного електричного устаткування. Частина 2020. Додаткові вимоги до лабораторних центрифуг (EN 61010-2-020:1994, IDT) : ДСТУ EN 61010-2-020:2005. – [Чинний від 2007-01-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2007. – IV, 18 с. – (Національний стандарт України).</p>

Продовження таблиці 6

Каталоги	<p>1. Межгосударственные стандарты : каталог : в 6 т. / [сост. Ковалева И. В., Павлюкова В. А. ; ред. Иванов В. Л.]. – Львов : НТЦ «Леонорм-стандарт», 2006. – (Серия «Нормативная база предприятия»). Т. 5. – 2007. – 264 с.</p> <p>2. Пам'ятки історії та мистецтва Львівської області : каталог-довідник / [авт.-упоряд. М. Зобків та ін.]. – Львів : Новий час, 2003. – 160 с.</p> <p>3. Університетська книга : осінь, 2003 : [каталог]. – [Суми : Унів. кн., 2003]. – 11 с.</p> <p>4. Горницкая И. П. Каталог растений для работ по фитодизайну / Горницкая И. П., Ткачук Л. П. – Донецк : Лебедь, 2005. – 228 с.</p>
Бібліографічні покажчики	<p>1. Куц О. С. Бібліографічний покажчик та анотації кандидатських дисертацій, захищених у спеціалізованій вченій раді Львівського державного університету фізичної культури у 2006 році / О. Куц, О. Вацеба. – Львів : Укр. технології, 2007. – 74 с.</p>
Дисертації	<p>1. Петров П. П. Активність молодих зірок сонячної маси: дис. ... доктора фіз.-мат. наук : 01.03.02 / Петров Петро Петрович. – К., 2005. – 276 с.</p>
Автореферати дисертацій	<p>1. Новосад І. Я. Технологічне забезпечення виготовлення секцій робочих органів гнучких гвинтових конвеєрів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.02.08 «Технологія машинобудування» / І. Я. Новосад. – Тернопіль, 2007. – 20, [1] с.</p> <p>2. Нгуен Ші Данг. Моделювання і прогнозування макроекономічних показників в системі підтримки прийняття рішень управління державними фінансами : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.13.06 «Автоматиз. системи упр. та прогрес. інформ. Технології» / Нгуен Ші Данг. – К., 2007. – 20 с.</p>
Авторські свідоцтва	<p>1. А. с. 1007970 СССР, МКИЗ В 25 J 15/00. Устройство для захвата неориентированных деталей типа валов / В. С. Ваулин, В. Г. Кемайкин (СССР). – № 3360585/25–08 ; заявл. 23.11.81 ; опубл. 30.03.83, Бюл. № 12.</p>
Патенти	<p>1. Пат. 2187888 Российская Федерация, МПК7 Н 04 В 1/38, Н 04 J 13/00. Приемопередающее устройство / Чугаева В.И.; заявитель и патентообладатель Воронеж. науч.-исслед. ин-т связи. – №2000131736/09; заявл. 18.12.00; опубл. 20.08.02, Бюл. № 23 (II ч.).</p>

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Частина книги, періодичного, продовжуваного видання</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Козіна Ж. Л. Теоретичні основи і результати практичного застосування системного аналізу в наукових дослідженнях в області спортивних ігор / Ж. Л. Козіна // Теорія та методика фізичного виховання. – 2007. – № 6. – С. 15 – 18, 35 – 38.</li> <li>2. Гранчак Т. Інформаційно-аналітичні структури бібліотек в умовах демократичних перетворень / Тетяна Гранчак, Валерій Горювий // Бібліотечний вісник. – 2006. – № 6. – С. 14 – 17.</li> <li>3. Валькман Ю. Р. Моделирование НЕ-факторов – основа интеллектуализации компьютерных технологий / Ю. Р. Валькман, В. С. Быков, А. Ю. Рыхальский // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2007. – № 1. – С. 39 – 61.</li> <li>4. Регіональні особливості смертності населення України / Л. А. Чепелевська, Р. О. Моїсеєнко, Г. І. Баторшина [та ін.] // Вісник соціальної гігієни та організації охорони здоров'я України. – 2007. – № 1. – С. 25 – 29.</li> <li>5. Валова І. Нові принципи угоди Базель II / І. Валова ; пер. з англ. Н. М. Середи // Банки та банківські системи. – 2007. – Т. 2, № 2. – С. 13 – 20.</li> <li>6. Чорний Д. Міське самоврядування: тягарі проблем, принади цивілізації / Д. М. Чорний // По лівий бік Дніпра: (кінець ХІХ – початок ХХ ст. / Д. М. Чорний. – Х., 2007. – Розд. 3. – С. 137 – 202.</li> </ol>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Електронні ресурси</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Богомольний Б. Р. Медицина екстремальних ситуацій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. мед. вузів III – IV рівнів акредитації / Б. Р. Богомольний, В. В. Кононенко, П. М. Чуєв. – 80 Min / 700 MB. – Одеса : Одес. мед. ун-т, 2003. – (Бібліотека студента-медика) – 1 електрон. опт. диск (CD-ROM) ; 12 см. – Систем. вимоги: Pentium ; 32 Mb RAM ; Windows 95, 98, 2000, XP ; MS Word 97-2000. – Назва з контейнера.</li> <li>2. Розподіл населення найбільш численних національностей за статтю та віком, шлюбним станом, мовними ознаками та рівнем освіти [Електронний ресурс] : за даними Всеукр. перепису населення 2001 р. / Держ. ком. статистики України ; ред. О. Г. Осауленко. – К. : CD-вид-во «Інфодиск», 2004. – 1 електрон. опт. диск (CD-ROM) : кольор. ; 12 см. – (Всеукр. перепис населення, 2001). – Систем. вимоги: Pentium266 ; 32 Mb RAM ; CD-ROM Windows 98/2000/NT/XP. – Назва з титул. екрана.</li> <li>3. Бібліотека і доступність інформації у сучасному світі: електронні ресурси в науці, культурі та освіті : (підсумки 10-ї Міжнар. конф. «Крим-2003») [Електронний ресурс] / Л. Й. Костенко, А. О. Чекмарьов, А. Г. Бровкін, І. А. Павлуша // Бібліотечний вісник – 2003. – № 4. – С. 43. – Режим доступу до журн. : <a href="http://www.nbu.gov.ua/articles/2003/03klinko.htm">http://www.nbu.gov.ua/articles/2003/03klinko.htm</a>.</li> </ol>

### **3. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ**

### **3.1. Мета та форми самостійної роботи**

Самостійна робота студентів – один з основних засобів оволодіння навчальним матеріалом у час, вільний від аудиторних навчальних занять.

Головною метою самостійної роботи є закріплення, розширення та поглиблення набутих у процесі аудиторної роботи знань, умінь і навичок, а також самостійне вивчення та засвоєння нового матеріалу під керівництвом викладача, але без його безпосередньої участі.

Питання, що виникають у студентів стосовно виконання запланованих завдань, вирішуються на консультаціях, які проводяться згідно з графіками, затвердженими кафедрою.

Самостійна робота студентів з навчальної дисципліни «Методологія та організація наукових досліджень» проводиться в рамках підготовки до лекційних і практичних занять, модульного й підсумкового контролю та включає такі форми:

- опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка конспектів;
- підготовка до практичних занять, виконання домашніх індивідуальних завдань;
- презентація результатів роботи;
- підготовка до модульних (контрольних) робіт.

Тематика та зміст самостійної роботи визначаються темою лекції, переліком питань, що розглядатимуться на практичному занятті, переліком питань з підготовки до модульного і підсумкового контролю.

Усі завдання самостійної роботи студентів поділяються на обов'язкові та вибіркові, виконуються в установлені терміни, з відповідною максимальною оцінкою та передбачають певні форми звітності щодо їх виконання. Обов'язкові завдання виконуються обов'язково кожним студентом у процесі вивчення дисципліни, вибіркові завдання є альтернативними.

Після виконання обов'язкових і вибіркових завдань у встановлені терміни студент звітує викладачеві, а набрані ним бали проставляються у Журналі обліку поточної успішності студентів та враховуються як кількість балів за поточну успішність у навчальній роботі.

### **3.2. Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка конспектів**

Підготовка конспектів наукових текстів за проблемами з тем навчальної дисципліни має сприяти поглибленому опрацюванню теоретичних основ, прослуханого лекційного матеріалу, вивченню окремих питань, що передбачені для самостійного опрацювання студентом, підготовці його до виступу на семінарському (практичному) занятті з проблемних питань. Перелік літературних джерел для опрацювання зазначено у конспекті лекцій.

### **3.3. Підготовка до практичних занять, виконання домашніх індивідуальних занять**

Самостійна робота студентів з навчальної дисципліни здійснюється у процесі підготовки до практичних занять. Підготовка до цих занять повинна сприяти всебічному гармонійному розвитку вмінь, навичок і особистісних якостей студента, створенню сприятливої атмосфери на практично-семінарських заняттях, а також формуванню навичок з науково-дослідницької роботи.

### **3.4. Презентація результатів роботи**

Презентація результатів дослідження на задану тематику з навчальної дисципліни передбачає підготовку студента до виступу та доповідь на практичному занятті.

### **3.5. Підготовка до модульного контролю**

Підготовка до контрольних робіт повинна сприяти формуванню у студента намірів щодо повної реалізації своїх потенційних можливостей у науково-дослідницькій роботі, усебічному оцінюванню здібностей і професійної підготовки студента.

#### **4. ПИТАННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ**

1. Наука.
2. Структура і класифікація наук. Взаємодія наук як чинник їх розвитку.
3. Що розуміють під методом?
4. Гіпотеза.
5. Що розуміють під метою наукового дослідження?
6. Спостереження.
7. Експеримент.
8. Наукова проблема.
9. У яких випадках використовують гіпотезу?
10. У чому полягає процес побудови гіпотези?
11. Альтернатива.
12. Науковий аналіз.
13. Міркування.
14. Умовивід.
15. Методи дослідження.
16. Які виділяють методи залежно від рівня пізнання.
17. Порівняння.
18. Вимір.
19. Похибки вимірів.
20. У чому полягає аксіоматичний метод дослідження?
21. Формалізація.
22. На чому базуються методи експертних оцінок?
23. Методи екстраполяції.
24. Методи моделювання, їх суть та види.
25. Поділ методів досліджень залежно від сфери застосування й ступеня спільності.
26. У чому полягає процедура дослідження?
27. Методика.
28. Коли вживається поняття «методологія»?
29. Загальна методологія.
30. Поясніть суть системного підходу.
31. Синергетика як теорія самоорганізації та розвитку окремих цілісних систем.
32. Які стадії мають дослідження?
33. Дедуктивний метод.
34. Індуктивний метод.
35. Аналіз.
36. Синтез.
37. Абстрагування.
38. Формалізація.
39. Індукція.
40. Методологія експерименту.

41. Дайте визначення виміру, назвіть види вимірів.
42. Поясніть суть фізичної моделі.
43. Що включає побудова конкретної моделі?
44. Оцінка математичного очікування та дисперсії; їх довірчі інтервали.
45. Відсіювання аномальних даних вибірки.
46. Визначення закону розподілу параметра за даними вибірки.
47. Суть регресійного аналізу.
48. Суть кореляційного аналізу.
49. Коефіцієнти Стьюдента, Пірсона, Фішера.
50. Суть і види науково-технічної інформації.
51. Які властивості характерні науковим фактам?
52. Об'єкт та предмет наукового дослідження.
53. Тема, мета, завдання наукового дослідження.
54. Актуальність, наукова новизна, практична цінність наукового дослідження.
55. Науковий стиль мовлення.
56. Науковий текст та його основні елементи.
57. Основні структурні елементи наукової роботи.
58. Види і форми наукових публікацій.
59. Організація наукової діяльності в Україні.
60. Планування та раціональна організація праці науковця.

## Список рекомендованої літератури

### Базова

1. Методологія та організація наукових досліджень (в екології): підручник / М. О. Клименко, В. Г. Петрук, В. Б. Мокін, Н. М. Вознюк. – Херсон : Олдіплюс, 2012. – 474 с.
2. Крушельницька О. В. Методологія та організація наукових досліджень: навч. посібник / О. В. Крушельницька. – К.: Кондор, 2003. – 192 с.
3. П'ятницька-Позднякова І. С. Основи наукових досліджень у вищій школі: навч. посібник / І. С. П'ятницька-Позднякова. – К., 2003. – 116 с.
4. Методология научного исследования: учебное пособие для вузов. / Рузавин Г. И. – М., 1999. – 317 с.
5. Основы научных исследований: учебное пособие для вузов / Наринян А. Р. – К., 2002. – 112 с.
6. Основы научных исследований: учебное пособие для вузов / Фрумкин Р. А. – Алчевск, 2001. – 201 с.
7. Сиденко В. М., Грушко И. М. Основы научных исследований. – Харків : Вища школа, 2002. – 200 с.
8. Філіпенко А. С. Основи наукових досліджень. Конспект лекцій: посібник. – К.: Академвидав, 2004. – 208 с.
9. Єріна А. М. Методологія наукових досліджень: навчальний посібник. – К. – 2004. – 212 с.
10. Закон України «Про наукову та науково-технічну діяльність» № 1977-ХІІ від 13 грудня 1991 року із змінами та доповненнями.
11. Закон України «Про вищу освіту» № 1415-VIII від 14 червня 2016 року із змінами та доповненнями.
12. Кустовська О. В. Методологія системного підходу та наукових досліджень: курс лекцій. – Тернопіль : Економічна думка, 2005. – 124 с.
13. Основи наукових досліджень : навчальний посібник / Цехмістрова Г.С. – Київ: Видавничий Дім «Слово», 2003. – 240 с.

### Допоміжна

1. Городяненко В. Г. Соціологія : підручник / В. Г. Городяненко. – 3-тє вид., доп. – К. : ВЦ «Академія», 2008. – 544 с.
2. Причепій Є. М., Черній А. М., Чекаль Л. А. Філософія: підручник. – Київ : Академвидав, 2007.
3. Малюга Н. М. Наукові дослідження в бухгалтерському обліку: навчальний посібник. – Житомир : ПП «Рута», 2003. – 476 с.