





' !
,

. .
. .
. .
. .

()

,

'
0401 « »

УДК [001.8+503.2]075
ББК [72+20.1]я73
К 49

Затверджено Міністерством освіти і науки,
молоді та спорту України як підручник
для студентів вищих навчальних закладів
(Лист №1/11-6429 від 21.07.2011 р.)

ISBN 978-966-2393-62-0

Клименко М. О. та ін.
К 49 **Методологія та організація наукових досліджень (в екології):**
Підручник / М.О. Клименко, В.Г. Петрук, В.Б. Мокін, Н.М. Вознюк.
– Херсон: Олді-плюс, 2012. – 474 с.

Рецензенти:

- С.Т. Вознюк** – доктор сільсько-господарських наук, професор (Національний університет водного господарства та природокористування);
Д.В. Лико – доктор сільсько-господарських наук, професор (Рівненський державний гуманітарний університет);
В.Г. Макац – доктор медичних наук, професор (Вінницький державний педагогічний університет імені М.М. Коцюбинського);
В.М. Лисогор – доктор технічних наук, професор (Вінницький національний аграрний університет).

У підручнику подані основи науково-дослідної роботи для студентів екологічних спеціальностей ВНЗ. У ньому висвітлено такі розділи: наука як система знань, основи методології науково-дослідної діяльності, методи наукового дослідження, основи моделювання та теоретичних досліджень, основи експериментальної інформатики та аналізу стану компонентів навколишнього середовища, оформлення результатів наукової роботи, геоінформаційні технології в екологічних дослідженнях і моніторингу довкілля, які, з нашої точки зору, є найбільш доцільними у вивченні даного курсу.

Адресований студентам екологічних та інших спеціальностей ВНЗ, а також магістрантам і аспірантам, які займаються експериментальними дослідженнями у галузі екології.

*Робота виконана за підтримки Державного фонду
фундаментальних досліджень.*

ISBN 978-966-2393-62-0

УДК [001.8+503.2]07
ББК [72+20.1]я7

© М.О. Клименко, В.Г. Петрук,
В.Б. Мокін, Н.М. Вознюк, 2012

ЗМІСТ

ВСТУП	7
Розділ I НАУКА ЯК СИСТЕМА ЗНАНЬ	9
1.1. Поняття, зміст, мета і функції науки.....	9
1.2. Етапи становлення і розвитку науки.....	17
1.3. Наука як система знань	22
1.4. Наукові дослідження та етапи їх проведення.....	30
1.5. Основні риси працівника науки	40
1.6. Система наукових установ.....	43
1.7. Система підготовки наукових і науково-педагогічних кадрів.....	47
1.8. Особливості організації наукової діяльності	50
<i>Контрольні питання та завдання для самостійної роботи</i>	<i>55</i>
Розділ II ОСНОВИ МЕТОДОЛОГІЇ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ.....	56
2.1. Поняття методології	56
2.2. Методологія наукового пізнання.....	59
2.3. Основні положення теорії пізнання	64
2.4. Методологічні основи наукових досліджень	65
2.5. Основні принципи науки	74
2.6. Проблематика наукових досліджень.....	77
2.7. Особливості інформаційного пошуку.....	79
2.8. Напрямки сучасних екологічних досліджень.....	84
<i>Контрольні питання та завдання для самостійної роботи</i>	<i>85</i>
Розділ III МЕТОДИ НАУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ	87
3.1. Поняття наукового методу та його основні риси.....	87
3.2. Методи теоретичних досліджень	95
3.3. Емпіричні методи дослідження	107
3.4. Соціоекологічні дослідження	137
3.5. Особливості проведення екологічних досліджень	144
3.6. Характеристика методів екологічних досліджень	152
3.6.1. Географічний опис	155
3.6.2. Космічний метод	156
3.6.3. Геохімічні методи	157

3.6.4. Прогнозні методи.....	163
3.6.5. Метод геоінформаційних систем (ГІС).....	167
3.6.6. Дистанційні методи дослідження навколишнього середовища.....	169
3.7. Методи біоіндикації.....	175
3.7.1. Індикація кліматичних факторів.....	179
3.7.2. Ландшафтна індикація.....	181
3.7.3. Індикація ґрунтів.....	182
3.7.4. Гідроіндикація.....	184
3.7.5. Фітомоніторинг клімату.....	188
3.7.6. Фітомоніторинг забруднення атмосфери.....	189
<i>Контрольні питання та завдання для самостійної роботи.....</i>	<i>192</i>
Розділ IV ОСНОВИ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ТЕОРЕТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	193
4.1. Загальна схема процесу прийняття рішень під час математичного моделювання.....	193
4.2. Основні поняття та принципи теорії моделювання.....	201
4.3. Етапи математичного моделювання.....	202
4.4. Побудова концептуальної моделі.....	204
4.5. Опис робочого навантаження.....	205
4.6. Основи моделювання у системі MATLAB.....	208
4.7. Особливості моделювання екологічних процесів у системі Mathcad.....	211
4.8. Основи роботи з Maple.....	213
<i>Контрольні питання та завдання для самостійної роботи.....</i>	<i>218</i>
Розділ V ОСНОВИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ ІНФОРМАТИКИ ТА АНАЛІЗУ СТАНУ КОМПОНЕНТІВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	220
5.1. Мета і завдання експериментальних досліджень.....	220
5.2. Основні означення і терміни експериментальних досліджень.....	222
5.3. Етапи експерименту.....	223
5.4. Основи вимірювання та вимірювальні прилади.....	229
5.5. Похибки вимірювань.....	232

5.6. Уникнення “грубих” результатів експериментальних досліджень.....	237
5.7. Обробка результатів експерименту.....	242
5.8. Методики аналізу компонентів довкілля.....	250
5.9. Вибір та підготовка проб	251
5.10. Вибір методів і засобів вимірювань	267
5.11. Статистична обробка результатів досліджень	279
5.12. Підготовка даних для статистичного аналізу.....	305
5.12.1. Дисперсійний аналіз	306
5.12.2. Кореляція	310
5.12.3. Регресійний аналіз	315
5.12.4. Критерій χ^2 , або розподіл Пірсона.....	315
5.12.5. Коваріаційний аналіз	318
Контрольні питання та завдання для самостійної роботи.....	318
Розділ VI ОФОРМЛЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВОЇ РОБОТИ	320
6.1. Методика підготовки та оформлення публікації	320
6.2. Оформлення звітів про результати наукової роботи.....	324
6.3. Робота над публікаціями, монографіями, рефератами і доповідями	331
6.3.1. Наукова монографія.....	334
6.3.2. Наукова стаття.....	338
6.3.3. Тези наукової доповіді (повідомлення)	341
6.3.4. Реферат.....	342
6.3.5. Доповідь (повідомлення).....	345
6.4. Курсова (дипломна) робота: загальна характеристика та послідовність виконання.....	346
6.5. Магістерська робота як кваліфікаційне дослідження.....	362
6.6. Керівництво курсовою (дипломною, магістерською) роботою та її рецензування.....	365
6.7. Застосування комп'ютерних засобів в обробці результатів наукових досліджень	367
6.8. Складання звітів про науково-дослідні роботи і публікація їх результатів.....	370

6.9. Складання і подання заявки на винахід.....	374
6.10. Публікація наукових матеріалів.....	379
6.11. Впровадження завершених науково-дослідних робіт.....	380
6.12. Ефективність наукових досліджень.....	381
<i>Контрольні питання та завдання для самостійної роботи.....</i>	<i>386</i>
Розділ VII ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ І МОНІТОРИНГУ ДОВКІЛЛЯ.....	388
7.1. Аналіз сучасних універсальних геоінформаційних пакетів, які використовуються в екологічних дослідженнях в Україні.....	388
7.2. Етапи проведення досліджень з використанням ГІС-технологій.....	395
7.3. Класифікація прикладів використання ГІС-технологій в екологічних дослідженнях.....	397
<i>Контрольні питання та завдання для самостійної роботи.....</i>	<i>421</i>
Приклад контрольної тестової програми.....	423
Короткий термінологічний словник.....	426
Предметний покажчик.....	463
Література.....	466

ВСТУП

Усім, що ми сьогодні знаємо та вміємо, чим володіємо та користуємося, ми у значній мірі зобов'язані науці. Наука є найвищим шаблоном розумового розвитку людини, вершинним і найспецифічнішим досягненням людської культури. Вона пронизує практично всі сфери людської діяльності: як матеріальну, так і духовну. У виробництво наукового продукту залучено величезні маси людей, численні наукові колективи, матеріальні засоби.

Девіз науки: *"Per aspera ad astra"* – "Через терни до зірок".

Сьогодні науково-технічна революція істотно впливає на економіку, техніку, науку та соціально-політичне життя суспільства. Високі темпи впровадження наукових досягнень у господарство країни привело до швидкого зростання продуктивності праці і добробуту її громадян. Навчання у вузі стало процесом творчим. Виникає потреба в якісно новій теоретичній підготовці висококваліфікованих спеціалістів, здатних до самостійної творчої роботи, впровадження у виробництво наукомістких технологій і пристосування до умов ринкових відносин.

Провідне місце у підготовці і перепідготовці наукових кадрів посідають вищі навчальні заклади. У більшості з них створені наукові школи, спеціалізовані вчені ради із захисту докторських і кандидатських дисертацій, докторантура, аспірантура, магістратура тощо. Знання методології, теорії, методів та методик проведення наукових досліджень є базою для проведення науково-дослідницької діяльності.

Метою підручника є висвітлення теоретичних основ, питань методики, технології та організації наукової діяльності, тобто теоретичного й практичного підґрунтя для ефективного проведення наукових досліджень з екології студентами і здобувачами наукових ступенів. Оволодіння методологією і методами дослідження сприяє розвитку раціонального творчого мислення, оптимальній організації наукової творчості, розширенню кругозору, формуванню життєвої позиції.

Останнім часом екологи все частіше повинні розв'язувати завдання, які вимагають не тільки професійної підготовки, а й знання методів обробки результатів спостережень, планування експериментів, математичних методів моделювання й оптимізації процесів дослідження. Тобто сучасний спеціаліст повинен мати певний обсяг інформації у галузі наукових досліджень. Він повинен засвоїти методологічні засади наукової праці, етапи наукового дослідження, методи опрацювання результатів, а також уміти збирати і аналізувати інформацію, розробляти програму експерименту та виконувати його, опрацьовувати одержані результати та оформляти їх у формі звіту.

Таким чином, широке залучення студентів до науково-дослідної роботи у сфері екології, збагачення їхніх знань новими науковими даними, розвиток здібностей до творчого мислення, наукового аналізу явищ і процесів є принципово важливим.

Підручник може бути використаний студентами як під час вивчення курсів «Основи наукових досліджень», «Методологія та організація наукових досліджень», так і в роботі науково-дослідних гуртків і семінарів, під час курсового і дипломного проектування. Крім того, інформація, викладена у підручнику, буде корисною і для магістрантів і здобувачів наукового ступеня.

Матеріали підручника допоможуть правильно орієнтуватися в складній структурі взаємозв'язків між окремими ланками процесу наукового пізнання в цілому, а також при виконанні конкретних досліджень.

Розділ I НАУКА ЯК СИСТЕМА ЗНАНЬ

Виникнення науки розпочалось з усвідомлення незнання. Знання необхідні людині насамперед для планування і реалізації діяльності, орієнтації в навколишньому світі, пояснення подій і, що особливо важливо, отримання нових знань. Слід зазначити, що безперервний процес руху людської думки від незнання до знання називається пізнанням. Особливою формою людського пізнання є наука, яка в наш час розвивається прискореними темпами і стає дедалі вагомішим і суттєвішим фактором розвитку людства.

1.1. Поняття, зміст, мета і функції науки

Сферу безперервного розвитку людської діяльності, спрямованої на відкриття, вивчення й теоретичну систематизацію об'єктивних законів про об'єктивну дійсність з метою їх практичного застосування називають наукою. Вона відіграє велике значення в розвитку людського суспільства, проникає як у матеріальні, так і в духовні сфери діяльності людини.

За Кантом, наука є сукупністю знань, впорядкованих згідно з певними принципами, реальним зв'язком правдивих суджень, передбачень і проблем дійсності та окремих її сфер чи аспектів.

За Аристотелем, наука не задовольняється тільки питанням „ЩО?“, але й запитує „ЧОМУ?“

Наука – це система історично сформованих, постійно зростаючих і поглиблюваних знань про об'єктивні закони природи, суспільства та мислення, заснована на цілеспрямовано зібраних фактах і теоріях, яка постійно розвивається й перетворюється в безпосередню продуктивну силу суспільства у результаті спеціальної діяльності людей.

“Наука – сила!” – вигукнув три з половиною століття тому основоположник матеріалістичних тенденцій науки Френсіс Бекон, і

це переконливо доведено всім ходом сучасного науково-технічного прогресу. Наука є особливою формою відображення в свідомості людей явищ природи та суспільства, яка відтворює специфіку пізнавального процесу і є зряддям перетворення дійсності. Вона стає безпосередньою продуктивною силою суспільства. Наука є однією з форм суспільної свідомості.

За більш спрощеним визначенням наука – це система знань, об'єктивних законів природи, суспільства, мислення, що виражається у точних категоріях та має досить складну структуру.

В основу поняття „система” покладено думку про те, що всі предмети, процеси, явища у світі взаємопов'язані та взаємодіють, тому наука як система представлена:

- у формі суспільної свідомості, що відображає сенс людського буття, куди входять науки про природу, суспільство та людину;
- у формі суспільної практики, що включає методологію, теорії, інформацію та наукові структури.

Науку як систему відрізняє цілісна єдність кількісного та якісного накопичення наукових знань, процес формування зв'язків між ними. Системність науки реалізується становленням та розвитком її як окремого соціального інституту, що об'єднує інтелектуальний потенціал суспільства.

Наука є результатом діяльності всього людства, що підкорена цілям розвитку суспільної практики. Наука – це не просто сума знань про навколишній світ, а точно сформульовані положення про явища та їх взаємозв'язки, закони природи та суспільства, що виражені за допомогою конкретних наукових понять та суджень. Поняття та судження є науковими, якщо вони отримані за допомогою наукових методів (як емпіричних, так і теоретичних) та підтверджені у процесі їх практичної перевірки. Таким чином, наука – сфера дослідницької діяльності, що спрямована на отримання нових знань про природу, суспільство і людину.

Наука виконує у суспільстві такі функції:

- соціальної пам'яті як „накопичення – збереження – трансляція” досвіду попередніх епох;
- *гносеологічну* (пізнавальну), що забезпечує суспільству

необхідні знання для правильного вирішення поставлених проблем;

- *нормативну*, що встановлює, організовує та регулює відносини між науковими структурами за допомогою системи норм, правил етики;
- *комунікативну*, що реалізується за допомогою наукової мови як зрозумілого та важливого засобу спілкування;
- *аксіологічну* (ціннісну), що формує в суспільстві ціннісні орієнтації, які спрямовують результати наукових відкриттів на благо людства;
- *виховну*, що дозволяє підвищити рівень освіченості у суспільстві.

Процес накопичення знань називається науковим *пізнанням*. Структура процесу пізнання може бути представлена такою схемою (рис. 1.1):

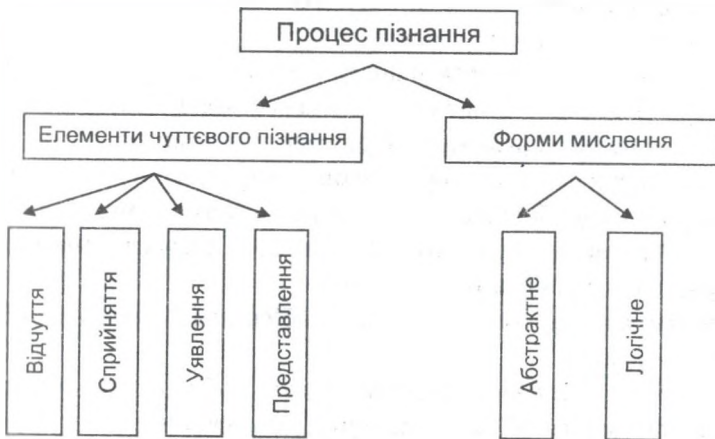


Рис. 1.1. Структура процесу пізнання

Метою науки є опис, пояснення і передбачення процесів та миттєв дійсності, що становлять предмет її вивчення на основі відкритих нею законів. Крім того, наука має на меті:

- збирати й узагальнювати факти;
- пояснювати зовнішні і внутрішні взаємозв'язки спостережуваних явищ;
- розкривати суть явищ та їх суперечності;
- прогнозувати окремі явища і процеси;
- розробляти рекомендації, виявляти можливі форми й напрямки втілення в практичну діяльність людей нових знань;
- дослідження причин процесів і явищ, що відбуваються у навколишньому світі.

На відміну від інших видів людської діяльності наукова діяльність націлена на отримання нових знань, її результат є принципово нетрадиційним. В науці отримання нових знань становить основу і безпосередню мету незалежно від того, як ця мета втілюється в суспільну практику.

Змістом науки є:

- теорія як система знань, яка є формою суспільної свідомості і досягнень інтелекту людини;
- суспільна роль у практичному використанні рекомендацій для виробництва благ, що є життєвою необхідністю людей.

Головною функцією науки є розвиток системи знань, що сприяє найбільш раціональній організації виробничих відносин і використанню виробничих сил в інтересах усіх членів суспільства. Більш конкретними функціями науки слід вважати: пізнавальну; культурно-виховну; практично-діючу.

Об'єктом науки є частина об'єктивної реальності, яка вивчається наукою.

Предметом науки є частина, сторона об'єкта або «кут зору», під яким вивчається об'єкт; взаємопов'язані форми розвитку матерії або особливості їх відображення у свідомості людини.

Зауважимо, що наука як система знань має специфічну структуру, яка характеризується низкою елементів.

Наукова ідея – інтуїтивне пояснення явищ без проміжної аргументації, без осмислення всієї сукупності зв'язків, на основі яких робляться висновки.

Тобто це якісний стрибок думки, який є новим поясненням або змінює уявлення про певні факти чи явища. Вона ґрунтується на вже існуючих знаннях, але виявляє непомічені закономірності. Наука виділяє два види ідей: конструктивні і деструктивні, тобто ті, що мають чи не мають значущості для науки і практики. Свою матеріалізацію ідея знаходить у гіпотезі.

***Гіпотеза** – наукове припущення, висунуте для пояснення будь-яких явищ (процесів) або причин, які зумовлюють даний наслідок.*

Розрізняють нульову, описову (понятійно-термінологічну), пояснювальну, основну робочу і концептуальну гіпотези. Гіпотези (як і ідеї) мають ймовірнісний характер і проходять у своєму розвитку чотири стадії:

- висування гіпотез – вивчення об'єкта дослідження нагромадженням теоретичних і емпіричних знань і обґрунтуванням на їх основі припущення про можливість одержання нових знань про нього;
- формулювання гіпотез – визначення методів дослідження і системи доказів;
- доведення гіпотез у процесі дослідження і експериментування, їх уточнення і корегування;
- результати доведення гіпотез – доповнюються новими припущеннями або відкидаються, замінюються новими гіпотезами або перетворюються у достовірні знання.

Якщо гіпотеза співвідноситься з фактами, які аналізуються, то в науці її називають теорією або законом.

***Науковий закон** – внутрішній суттєвий і стійкий зв'язок явищ і процесів, що обумовлює їхні впорядковані зміни і дає можливість достовірного передбачення перебігу цих явищ і процесів.*

Наукові закони існують об'єктивно, як відображення необхідних, суттєвих, внутрішніх відносин між властивостями речей та явищ. Закон, відкритий шляхом здогадок, повинен бути логічно доведеним, і тільки тоді він визнається наукою. Для доведення закону наука використовує судження.

Судження – думка, в якій за допомогою зв'язку понять стверджується або заперечується що-небудь.

Судження про предмет або явище отримують через безпосереднє спостереження будь-якого факту або опосередковано – за допомогою умовиводу.

Умовивід – розумова операція, за допомогою якої з певної кількості заданих суджень виводиться інше судження, певним чином пов'язане з вихідним.

Наука – це сукупність теорій. Теорія – це система узагальненого достовірного знання про той чи інший „фрагмент” дійсності, що описує, пояснює і передбачає функціонування певної сукупності об'єктів, які становлять цей „фрагмент”. Теорія виникає в результаті пізнавальної діяльності та практики і являє собою розумові процеси відображення дійсності.

Теорія (грец. *theoria* – розгляд, дослідження) – форма достовірного наукового знання про дійсність, що являє собою систему понять, тверджень, доказів, дає цілісне уявлення про закономірності та зв'язки у суспільстві та природі.

Теорія є найбільш розвинутою формою узагальненого наукового пізнання. Вона включає не тільки знання основних законів, але і пояснення фактів на їх основі. Теорія дозволяє відкривати нові закони і прогнозувати майбутнє. Схематично шлях створення наукової теорії може бути представлено у вигляді схеми (рис. 1.2).

Будучи системою, теорія характеризується: предметністю, адекватністю об'єктивної дійсності, конкретністю, істинністю та достовірністю. Структуру наукової теорії складають факти, категорії, постулати, принципи, поняття, судження, умовиводи, закони.

Розвиток науки проходить шлях від збору фактів, їх вивчення та систематизації, узагальнення і розкриття певних закономірностей до зв'язної, логічно стрункої системи наукових знань, яка дозволяє пояснити вже відомі факти і передбачити нові.

Факт – будь-який не залежний від спостерігача стан дійсності чи подія, що здійснилася; обґрунтоване знання, отримане шляхом опису окремих фрагментів реальної дійсності в деякому строго визначеному просторово-тимчасовому інтервалі.

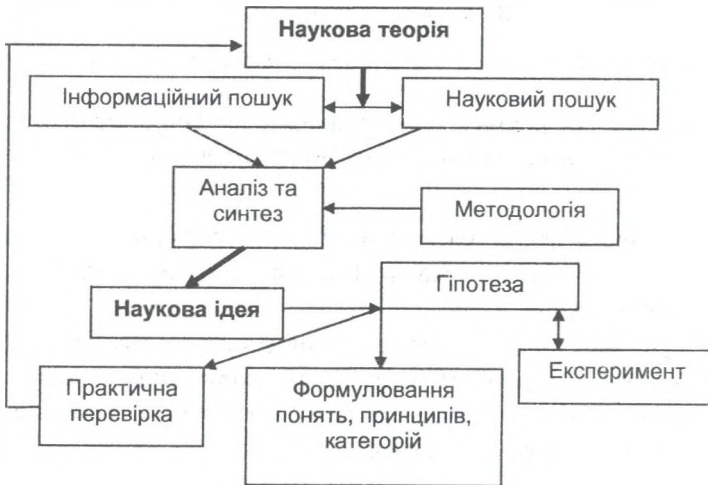


Рис. 1.2. Шлях створення наукової теорії

Факти систематизують і узагальнюють за допомогою найпростіших абстракцій – понять (визначень), які є важливим структурним елементом науки. Найбільш широкі поняття називають категоріями.

Категорія – широке поняття, в якому відображені найбільш загальні та істотні властивості, ознаки, зв'язки і відносини предметів, явищ об'єктивного світу.

Категорії науки є незамінним засобом дослідження і систематизації матеріалу досліджень.

Важливу роль в науці відіграє такий структурний елемент науки, як принцип.

Принцип – це вихідне положення, керівна ідея, центральне поняття, що є узагальненням і поширенням якогось положення тієї сфери знань, з якої цей принцип виведено.

Принципи в природі не існують, їх створюють в процесі систематизації знань, вони можуть мати форму постулатів, аксіом.

Постулат – це твердження, припущення певної наукової теорії.

Аксіома – це певне вихідне твердження, інтуїтивно очевидного або априорі істинного, яке приймається без доказів як опорне в певній теорії.

Сукупність усіх елементів науки знаходиться у тісному взаємозв'язку і створює чітко виражену систему об'єктивних знань про реальний світ – науку.

У сучасних умовах рівень виробництва якнайтісніше пов'язаний з рівнем техніки і технологій, а саме: техніка цілком залежить від рівня розвитку науки. Отже, зв'язок між наукою, виробництвом і технікою можна зобразити так (рис. 1.3):

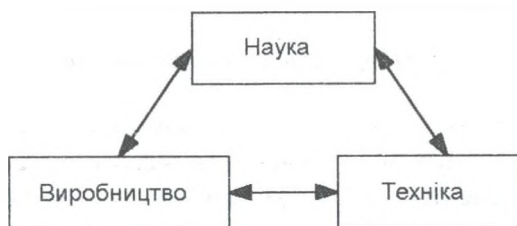


Рис. 1.3. Взаємозв'язок науки з іншими сферами людської діяльності

Саме процес органічного поєднання техніки і суспільних знань, матеріалізація знань у засобах виробництва і характеризує перетворення науки в безпосередню продуктивну силу суспільства.

Важливе значення у розвитку науки посідає сучасна науково-технічна революція, основним здобутком якої є автоматизація інтелектуальної праці людини – її багаторазове посилення. Двигуном

1.2.

"

- етику як знання про явища суспільного життя;
- логіку як знання про закони мислення.

Багато істориків і наукознавців називають саме серед діячів античної культури родоначальників майже всіх сучасних галузей науки: математики – Піфагора, хімії – Парацельса, механіки – Архімеда та Герона, акустики – Архипа Таренського, астрономії – Птолемея та Гіппарха, історії – Геродота та Фукідіта, географії – Стратона, ботаніки – Теофранка і т. ін. При цьому “батьком усіх наук” одноставно вважають Арістотеля. Інформаційне “диво” найстародавніших народів, безумовно, потребує свого подальшого вивчення та пояснення.

II етап. Наукознавці сьогодні поки що виходять з того, що наука в сучасному розумінні почала інтенсивно розвиватися в епоху Відродження (14-15 ст.). Цей етап характеризувався тим, що наука ще не розділилася на окремі самостійні галузі. Їй були притаманні риси натурфілософії – природа розглядалася в цілому, без виділення частковості. Як метод пізнання переважало безпосереднє споглядання, яке перепліталось з елементами наївної діалектики, метафізики та стихійного матеріалізму.

III етап. Цей етап, на думку наукознавців, охоплює період із середини 17 до кінця 19 ст., коли інтенсивно розвивається природознавство, нагромаджується фактичний матеріал, здебільшого отриманий експериментально, триває диференціація наук, зроблені значні відкриття у фізиці, математиці, хімії, механіці, біології, астрономії та геології. Усі описані відкриття спричинилися до формування таких універсальних понять, як тяжіння, хвильова теорія світла, збереження енергії, теплота як форма руху, електричне та магнітне поля, жива клітина, еволюційна теорія тощо. До цього періоду належать створення: аналітичної геометрії Р. Декартом, логарифмів Дж. Непером, геліоцентричної побудови світу М. Коперником, Г. Галілеєм, диференціального і інтегрального обчислення І. Ньютона і Г. Лейбніца. Період кінця XVIII ст. справедливо вважають першою науковою революцією, пов'язаною з науковими працями І. Ньютона, Леонардо да Вінчі, Г. Галілея, Й. Кеплера, М. В. Ломоносова, П. Лапласа та ін. Наука в цей період

перетворюється у реальну базу світогляду. Значного поширення набуває експериментальне вивчення природи, обґрунтування якого мало революційне значення для науки. У кінці XVIII ст. в Україні активізувалися наукові дослідження з ботаніки, зоології, анатомії. З метою створення належних умов для цього у 1822 році було закладено Нікітський ботанічний сад.

Промислова революція XVIII ст. і початку XIX ст. (винайдення парової машини Д. Уаттом) стала могутнім стимулом подальшого розвитку науки. Фізики відкрили електричний струм, явище електромагнітної індукції (А. Вольф, В. Петров, А. Ампер, М. Фарадей). Цей період ознаменувався великими відкриттями (закону збереження і перетворення енергії, клітинної теорії, еволюційного вчення І. Дарвіна).

IV етап розвитку науки, який розпочався з другої половини 19 – початку 20 ст., триває й досі. Він почався з революційних відкриттів у галузі природознавства, що особливо стосується фізики (Дж. Томпсон, Дж. Максвелл, М. Планк, А. Ейнштейн та ін.). Великим досягненням XIX ст. стало відкриття Д. Менделєєвим періодичного закону хімічних елементів, який довів наявність внутрішнього зв'язку між речовинами.

Наука XX ст. характеризувалась виключно високими темпами розвитку у всьому світі. Вона супроводжується подальшою *диференціацією*, і це при тому, що вже нараховується більш як 1300 окремих наукових дисциплін. На фоні диференціації наук тепер відбувається зворотний процес – зближення окремих наук, проникнення однієї науки з її методами пізнання в іншу, а то й просто злиття кількох наук в одну, яке є найвиразнішим на “стиках” різних наукових дисциплін. Такий процес злиття наук дістав назву їх *інтеграції*.

Наука з XX ст. стала розвиватися в трьох напрямках: мікросвіт (вивчення елементарних частин і атомних структур); макросвіт (вивчення функцій вищих структур живої популяції); мегасвіт (вивчення Всесвіту).

Українська земля щедра на талановитих, геніальних людей, тому

українська наука ніколи не знаходилась поза світовою наукою.

У Києві ядерні дослідження розпочалися у 1944 р. під керівництвом О. І. Лейпунського. З 1946 р. цими дослідженнями в Інституті фізики АН УРСР керував М. В. Пасічник. Вивчалися взаємодії ядер з нейтронами радон-берилієвого джерела в 100 мКі.

У 1960 р. в Україні до ряду діючих установок введено експериментальний ядерний реактор ВВР-М з тепловою потужністю 10 МВт.

Значні пріоритети має українська наука в галузі проблем міцності матеріалів та конструкцій (Г. С. Писаренко), лазерних технологій (В. С. Коваленко), матеріалознавства (В. М. Бакуль, Г. В. Самсонов, В. І. Трефілов, І. М. Федорченко, І. М. Францевич).

Багато відомих вчених, вихідців з України, через розруху та репресії, спричинені революцією і громадянською війною, змушені були покинути рідну землю. Серед них.

Г. Гамов, член Американської Національної Академії наук, професор фізики Джордж-Вашінгтонського та Колорадського університетів дослідив природу альфа-розпаду, розвинув космологічну теорію "первісного вибуху", зробив внесок у з'ясування генетичного коду.

Механік С. Тимошенко, професор Київського політехнічного інституту, один із співзасновників Української Академії наук. З 1922 р. в США, де був професором Мічиганського та Стенфордського університетів. Йому належать фундаментальні праці з теорії пружності і коливань та міцності пружних систем.

О. Смакула народився в с. Добриводи на Тернопільщині в 1900 р. Професор фізики і засновник та керівник лабораторії фізики кристалів у Массачусетському технологічному інституті. Йому належать праці про оптичні та діелектричні властивості твердих тіл. О. Смакула автор патенту про те, що нанесення відповідного тонкого шару на лінзу набагато підвищує її просвітлення ("шар" Смакули).

На початку XXI ст. наука розвивається прискореними темпами. Її розвитку притаманні наступні особливості: диференціація і інтеграція наук, прискорений розвиток природознавчих наук, посилення зв'язку науки, техніки і виробництва.

Отже, зародившись у стародавньому світі у зв'язку з потребами суспільної практики, почавши створюватись у XVI-XVII століттях, в ході свого історичного розвитку наука перетворилась у продуктивну силу і найважливіший соціальний інститут, який суттєво впливає на всі сфери життя суспільства. Сучасна наука становить важливу складову науково-технічної революції.

До *основних сучасних пріоритетних напрямків наукових досліджень* в екології можна віднести такі:

- забезпечення збереження здоров'я Людини і створення екологічно безпечних умов життя для наступних поколінь;
- розвиток екологічної освіти, науки, культури та виховання кожного члена суспільства;
- екологічний аудит і екологічну експертизу новітніх технологічних проєктів, спрямованих на охорону навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів;
- визначення розумної і достатньої межі задоволення власних матеріальних потреб людини;
- прийняття концепції збалансованого розвитку (екорозвитку) кожної держави;
- охорона основних екосистем Землі (природних зон, регіонів, місцевостей, окремих екосистем тощо);
- опанування знаннями про ефективне управління природними ресурсами;
- прийняття ідеї відкритої економічної системи, яка функціонує на засадах екологічно безпечного розвитку;
- здійснення оподаткування економічно розвинених країн на користь тих, що розвиваються;
- координація національних стратегій програм і політики стійкого розвитку;
- сприяння розвитку прав і активності громадян і громадських екологічних організацій;
- формування міжнародних екологічних структур, завдання яких зводяться до координації глобальних екологічних проблем і шляхів їх вирішення;

- посилення ролі і розроблення новітніх методів екологічного моніторингу довкілля та ін.

Звідси випливають *конкретні завдання* для дослідників у галузі екологічної науки:

- розроблення, дослідження та впровадження екологічно безпечних методів знешкодження, рекуперації та утилізації як промислових, так і побутових відходів;
- розроблення новітніх геоінформаційних систем моніторингу довкілля з метою ефективного контролю та управління природним середовищем;
- розроблення нових екологічно чистих технологій очищення ґрунтів, водних ресурсів та атмосферного повітря;
- дослідження та впровадження ресурсоенергозберігаючих технологій та ін.

1.3. Наука як система знань

Розвиток науки впродовж десятиріч засвідчує, що її розвитку притаманні певні закономірності і тенденції. Встановлено, що на кожному етапі свого розвитку наука нагромаджує в концентрованому вигляді досягнення і кожен факт включається в загальний фонд, не перекреслюється подальшими досягненнями пізнання, а лише переосмислюється, переоцінюється і уточнюється. Така спадковість свідчить про поступальний розвиток науки як особливого виду пам'яті людства.

Виникає потреба в науці, яка вивчала б закономірності розвитку науки, структуру і динаміку наукового знання та наукової діяльності, взаємодію науки з іншими соціальними інститутами та сферами матеріального і наукового життя суспільства. Не випадково в другій половині ХХ ст. сформувалась наука про науку з назвою наукознавство.

Наукознавство – це наука, яка вивчає закономірності розвитку науки, структуру і динаміку наукового знання та наукової діяльності, взаємодію науки з іншими соціальними інститутами та сферами матеріального та духовного життя суспільства.

Наукознавство не є комплексом окремих дисциплін, синтезом знань різних аспектів науки, це цілісна наука, що вивчає взаємодію різних елементів, які визначають розвиток науки як історично змінюваної цілісності, або системи. На даний час наукознавство чітко визначило основні розділи знань про науку, перелік яких наводиться в таблиці 1.1. Як видно з таблиці 1.1, наукознавство є комплексною системою знань про науку, основними завданнями якої є: вивчення тенденцій розвитку науки; взаємодія наук та прогноз їх розвитку; організація науки та управління їх розвитком.

Одночасно наукознавство розробляє класифікації наук, які передбачають групування наукових знань у певні системи, що сприяють їх уніфікації і зростанню темпів розвитку.

В основі класифікації наук лежать специфічні особливості виявлення різними науками об'єктів матеріального світу.

За характером спрямованості і безпосереднього відношення до практики науки прийнято поділяти на фундаментальні та прикладні.

Завданням *фундаментальних* наук є пізнання законів, що управляють поведінкою і взаємодією базисних структур природи і суспільства. До цих наук належать: фізико-технічні, математичні, кібернетика, хімія, біологія, геологія, геофізика, ядерна фізика, соціальні науки.

Метою *прикладних* наук є застосування результатів фундаментальних наук при вирішенні пізнавальних і соціально-практичних проблем. Кожна з таких наук спрямована на розв'язання завдань конкретної галузі виробництва чи народного господарства. Тут можна назвати матеріалознавство, що виникло на основі атомної фізики, електроніку та оптику, електроенергетику, прикладну механіку й багато інших наук.

На стиках прикладних наук і виробництва розвивається особлива галузь досліджень – розробки, в процесі яких реалізуються результати практичних прикладних наук у вигляді конкретних технологічних процесів, конструкцій, матеріалів. Як правило, фундаментальні науки в своєму розвитку випереджають прикладні, оскільки вони є теоретичною базою для цих наук.

Таблиця 1.1 – Основні розділи знань про науку

№	Розділи	Елементи наукознавства
1	Загальна теорія науки	Розробка концепції науки, основних напрямів її розвитку, методології.
2	Історія науки	Дослідження динамічного процесу нагромадження наукових знань, виявлення закономірностей розвитку науки.
3	Економіка науки	Вивчення економічних особливостей розвитку та використання науки, критеріїв економічної ефективності наукових досліджень.
4	Соціологія науки	Аналіз взаємодії науки та суспільства в різних соціально – економічних формаціях, дослідження соціальних функцій і відносини людей у процесі наукових досліджень.
5	Політика і наука	Визначення напрямів науки з врахуванням об'єктивних умов, потреб суспільства і загальної політики держави.
6	Теорія наукового прогнозування, планування і управління науковими дослідженнями	Розробка стратегії науки на майбутнє, планування матеріального забезпечення і організації наукових досліджень.
7	Методологія науки	Дослідження систем у науці, побудова моделей науки і різних видів наукової діяльності.
8	Організація праці, психологія, етика і естетика наукової діяльності	Розробка системи організації праці вчених, вивчення психологічних, етичних і естетичних чинників наукової діяльності (інтереси, емоції, індивідуальні особливості вчених).
9	Наука і право	Дослідження і нормальне забезпечення взаємовідносин між науковими колективами і їх працівниками, розробка системи міжнародних та державних законів про науку.
10	Мова науки	Розробка міжнародних та національних систем понять і термінології, особливостей стилю викладення результатів наукових досліджень.
11	Класифікація науки	Розробка міжнародних і національних систем класифікації наук.

Поряд з цим науку як систему знань поділяють на три групи: суспільні, природничі та технічні. Кожна з цих груп має власні предмети і методи дослідження.

Суспільні науки – сукупність наук, предметом дослідження яких є соціально-економічні, політичні та ідеологічні закономірності розвитку суспільства і суспільних відносин, а також духовна культура.

Природничі науки – сукупність наук, предметом дослідження яких є різні види матерії та форми їхнього руху, що виявляються в природі, їхні зв'язки й закономірності.

Технічні науки – науки, що вивчають та визначають закономірності розвитку техніки, способи найефективнішого її використання.

На межі між технічними, природничими та суспільними науками розвиваються нові суміжні галузі науки. У суміжних галузях наукові дисципліни виражають великі і перспективні проблеми наукового пошуку, що нині зумовлює широке розгортання міжпредметних і комплексних досліджень. Яскравим прикладом цього є проблема охорони природи, що перебуває на стику наук про землю, біологію, математику, медицину, економіку та ін. Для розв'язання подібних наукових проблем у сучасній науці широко застосовується програмно-цільовий метод організації досліджень.

Вищою атестаційною комісією (ВАК) України за погодженням з Міністерством освіти і науки України затверджено класифікацію наук.

Основні галузі наук такі:

- | | |
|------------------------------|-------------------------------|
| 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 | |

Кожна з цих наук включає декілька груп.

Пріоритетні напрямки розвитку науки і техніки в Україні визначаються законодавством. Правовою основою формування та реалізації пріоритетних напрямів розвитку науки і техніки є Конституція України, Закон України „Про наукову і науково-технічну діяльність”, Закон України „Про державне прогнозування та розроблення програм економічного та соціального розвитку України”, інші закони України. Пріоритетні напрями розвитку науки і техніки формуються на п'ять років на підставі прогнозу розвитку науки і техніки і є складовою прогнозу економічного і соціального розвитку України на середньостроковий період.

Порядок прогнозування розвитку науки і техніки та формування пріоритетних напрямів науки і техніки визначається законодавством України. На 2008 рік визначені такі пріоритетні напрямки розвитку науки і техніки в Україні:

- наноматеріали та нанотехнології;
- інформаційні технології та ресурси;
- паливно-енергетичний комплекс та енергозбереження;
- ядерна енергетика;
- нові матеріали, методи їх з'єднання та обробки;
- раціональне використання природно-ресурсного потенціалу;
- новітні біотехнології для охорони здоров'я, фармакології та АПК;
- високопродуктивне сільське господарство;
- політико-правові, економічні та управлінські механізми зміцнення конкурентоспроможності України;
- соціальні і гуманітарні чинники формування в Україні суспільства і економіки знань;
- машинобудування та приладобудування.

Класифікація основних напрямків сучасної екології наведена на рисунку 1.4 (Білявський та ін., 2002).

Екологія, як цілісна і глобальна наука, почала формуватися в середині ХХ століття. До цього термін “екологія” побутував лише у наукових колах. Таким чином, екологія з міжпредметної суто

біологічної науки перетворюється в глобальну науку про виживання людства. Екологія – це фундаментально-прикладна наука про умови існування живих систем і їх взаємозв'язок з навколишнім середовищем, це сучасна наука про стратегію і тактику взаємодії Людини і Природи. Новітні досягнення сучасної екології (неоекології) базуються на концепції сталого розвитку, запропонованій у 1992 році в Ріо-де-Жанейро на Міжнародній екологічній конференції. Суть цієї концепції полягає в раціональному природокористуванні з метою збереження відновлюваних можливостей біосфери та нормальних екологічних умов життя для теперішніх і майбутніх поколінь. Це означає, що ми не маємо права брати у Природи те, що нам не належить, а також не маємо права позбавляти наших дітей і онуків щасливого життя у царині квітучої Природи.

Концепція сталого розвитку, у свою чергу, базується на декількох науково обгрунтованих ідеях, а саме:

- **ідея коеволуції** (тобто розумного співіснування біо- і техносфери);
- **ідея планетарного** (а не містечкового) **підходу** до вирішення земних соціально-економічних та екологічних проблем;
- **ідея необхідності самообмежень**, підказаних екологічними законами, розумом, совістю, культурою і вихованням;
- **ідея оптимального використання природних ресурсів** на основі ресурсоенергозберігаючих, маловідходних, маловитратних та замкнених технологій;
- **ідея тотальної екологізації життя**, переходу від сервотехнологій (шкідливих і небезпечних для довкілля) до **екотехнологій**.

Реалізація цих ідей невід'ємна від розвитку науки і наукових досліджень у галузі екології і природознавства в цілому.

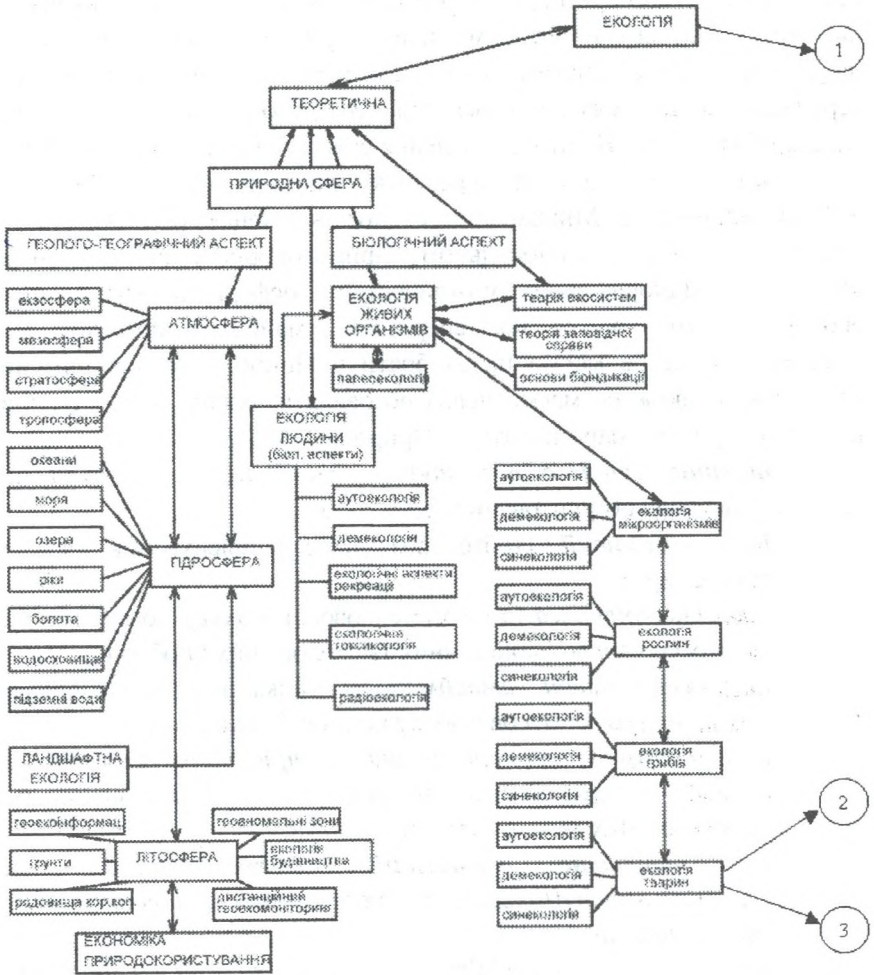


Рис. 1.4 аркуш 1. Класифікація основних напрямків сучасної екології

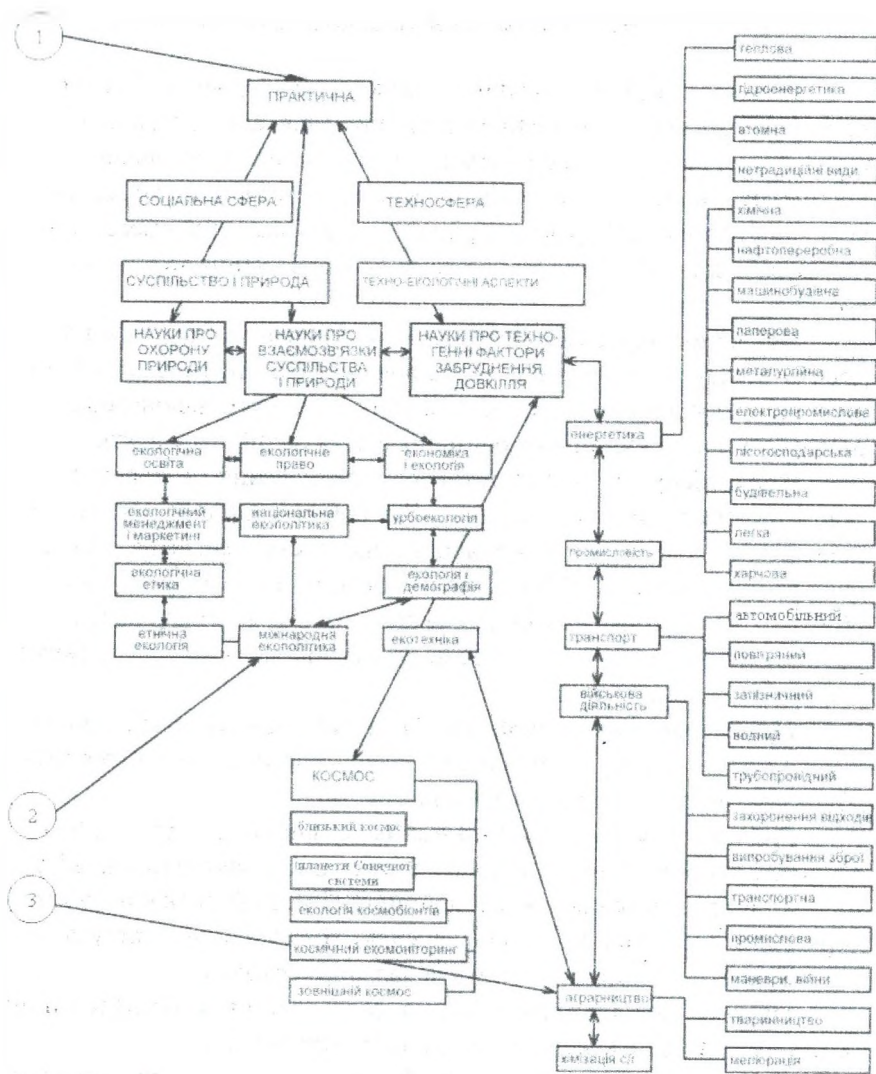


Рис. 1.4, аркуш 2

1.4. Наукові дослідження та етапи їх проведення

Формою розвитку науки є наукове дослідження, основним призначенням якого є вивчення явищ і процесів, аналіз впливу на них різних чинників, а також вивчення взаємодії між явищами за допомогою наукових методів з метою отримання доведених і корисних для науки і практики рішень з максимальним ефектом. При цьому слід зазначити, що кожне наукове дослідження також має свій об'єкт та предмет.

Об'єктом наукового дослідження є певна частина дійсності – досить конкретний предмет чи явище, на яке спрямована наукова діяльність дослідника з метою пізнання його суті, закономірностей розвитку і можливостей використання в практичній діяльності.

Від вибору об'єкта наукового дослідження в значній мірі залежить ефективність дослідницької роботи. Об'єкт дослідження повинен мати наступні особливості: наявність непізнаних якостей об'єкта, динамічність об'єкта, подільність об'єкта. Враховуючи, що об'єкт наукового дослідження характеризується подільністю, його розчленовують на окремі, відносно самостійні частини і досліджують різними методами і засобами.

Предметом наукового дослідження можуть бути причини виникнення процесу або явища, закономірності його розвитку, різноманітні властивості, якості тощо.

Метою наукового дослідження є вибір певного об'єкта і всебічне, достовірне вивчення його структури, характеристик, зв'язків на підставі розроблених у науці принципів і методів пізнання, а також отримання корисних для діяльності людини результатів, впровадження їх у виробництво з подальшим ефектом.

Наукове дослідження повинно розглядатися у безперервному розвитку, базуватись на поєднанні теорії з практикою.

Наукові дослідження класифікують за різними ознаками (рис. 1.5).

За джерелом фінансування розрізняють держбюджетні і госпрозрахункові наукові дослідження. Бюджетні дослідження

фінансуються з бюджету України, госпрозрахункові – фінансуються організаціями-замовниками за господарськими договорами.



Рис. 1.5. Класифікація наукових досліджень

За нормативними документами про науку, наукові дослідження поділяють за сферою використання на фундаментальні і прикладні.

Фундаментальні наукові дослідження – наукова теоретична та (або) експериментальна діяльність, спрямована на здобуття нових знань про закономірності розвитку та взаємозв'язку природи, суспільства, людини.

Прикладні наукові дослідження – наукова і науково-технічна діяльність, спрямована на здобуття та використання знань для практичних цілей.

Наукові дослідження здійснюють з метою отримання наукового результату.

Науковий результат – нове знання, одержане в процесі фундаментальних або прикладних наукових досліджень та зафіксоване на носіях наукової інформації.

За видами дослідження розрізняють пошукові, науково-дослідні і науково-виробничі наукові дослідження.

За тривалістю розробок наукові дослідження поділяють на довгострокові (більше одного року), короткострокові (протягом одного року) та експрес-дослідження.

За складом досліджуваних якостей об'єкта наукові дослідження можуть бути комплексними (екосистема в цілому) і диференційованими (окремі елементи екосистеми).

В залежності від форм і методів дослідження виділяють теоретичні, експериментальні, теоретико-експериментальні дослідження і дослідження змішаного типу.

Теоретичне дослідження – ґрунтується на використанні логічних і математичних методів та засобів пізнання, його результатом є встановлення нових залежностей, якостей закономірностей.

Експериментальне дослідження – проводиться в конкретних об'єктах з метою виявлення нових якостей, залежностей, закономірностей або перевірки висунутих раніше теоретичних положень.

Теоретико-експериментальне дослідження – це теоретичне дослідження, пов'язане одночасно з дослідною перевіркою виявлених якостей, залежностей та закономірностей у конкретних умовах.

Проводити наукові дослідження можна як у лабораторних, так і у виробничих умовах.

У будь-якій науці можна виділити такі основні рівні дослідження:

1. Емпіричний рівень (empirio -- досвід) – передбачає накопичення, збереження фактів без їх пояснення.

2. Теоретичний рівень – передбачає узагальнення, систематизацію накопичених фактів, встановлення закономірностей, які пояснюють раніше відкриті факти та явища і передбачають нові.

3. Методологічний – рівень на якому формуються основні принципи, правила проведення дослідницької діяльності, розробляються методи наукових досліджень.

Процес наукового дослідження включає наступні етапи:

- виникнення ідеї;
- формулювання понять, тверджень;
- висування гіпотез;
- узагальнення наукових чинників;
- доведення правильності гіпотез і тверджень.

Однією із найважливіших вимог, що висуваються до наукового дослідження, є наукове узагальнення, яке дозволяє встановити залежність і зв'язок між досліджуваними явищами і процесами та зробити наукові висновки. Результати наукових досліджень оцінюють тим вище, чим вище науковість зроблених висновків та узагальнень, чим достовірніші вони і ефективніші. Вони повинні створювати основу для нових наукових розробок.

Кожне наукове дослідження від творчого задуму до остаточного оформлення наукової праці має неповторну специфіку. Однак усі вони наділені загальними особливостями, які охоплюють універсальні послідовні процеси (етапи). Наукове дослідження необхідно правильно організувати, спланувати і виконати в певній послідовності. Плани і послідовність дій залежать від виду, об'єкта і мети наукового дослідження.

Як правило, наукове дослідження здійснюють за такою схемою:

1. Вибір (постановка) теми або проблеми дослідження. Вдало і обґрунтовано обрана тема значною мірою визначає доцільність і результативність усього дослідження. Основним критерієм при цьому повинні бути її актуальність, новизна і перспективність. Тема може бути складовою наукової проблеми, а сама проблема – розглядатись у межах наукового напрямку.

Науковий напрям – сфера наукових досліджень наукового колективу, спрямованих на вирішення значних завдань у певній галузі науки.

Структурними одиницями наукового напрямку можуть бути проблеми (у тому числі і комплексні), теми, питання. Комплексна проблема об'єднує декілька менш суттєвих проблем.

прогнозу. Загалом експериментом вважають науково поставлений дослід, спостереження досліджуваного явища у спеціальних умовах, які дають змогу відтворити його щоразу при повторенні цих умов.

4. Зведення (опрацювання) результатів дослідження. На цьому етапі упорядковують, систематизують, перевіряють на достовірність або здійснюють статистичну оцінку зібраних матеріалів. Надалі їм надають зручної для аналізу форми (таблиці, графіки, діаграми тощо). Зведені результати дослідження можуть виявитися недостатньо достовірними чи незначущими. Тоді виникає необхідність збирання додаткового матеріалу шляхом проведення досліджень за тих самих умов, що і попередні (основні).

5. Теоретичний аналіз результатів дослідження. Зведені результати дослідження всебічно вивчають і аналізують, приділяючи увагу усвідомленню і встановленню сутності і зв'язків між досліджуваними факторами, процесами, явищами. Визначальними при обробці результатів дослідження є методи аналізу і синтезу, індукції й дедукції. Окремо їх застосовують тільки під час вивчення поодиноких явищ чи процесів. При аналізі численних результатів, пов'язаних із складними процесами, явищами, використовують їх комбінування.

Дослідні дані аналізують, порівнюючи з гіпотезою дослідження. В результаті порівняння можуть бути такі випадки:

- сформульовані у гіпотезі передбачення цілком збігаються з результатами дослідження. У такому випадку є всі підстави для формулювання нових, підтверджених дослідними даними теоретичних положень чи закономірностей;
- результати дослідження лише частково збігаються з висунутими у гіпотезі передбаченнями, а іноді і суперечать деяким з них. Внаслідок цього виникає необхідність змінити формулювання основних положень гіпотези таким чином, щоб вони відповідали одержаним дослідним даним. Для підтвердження правомірності зміни гіпотези проводять додаткові, коригуючі дослідження, і тільки після цього роблять остаточні узагальнення;
- гіпотеза не підтверджується дослідними даними. Це є підставою для критичного аналізу, перегляду, проведення

нових досліджень.

Навіть негативні результати досліджень мають свою цінність, тому не слід недооцінювати їхнє значення. У багатьох випадках вони допомагають правильно змінити уявлення дослідника про досліджувані об'єкти, процеси чи явища.

На основі аналізу формулюють висновки або пропозиції. Результативність такої роботи значною мірою залежить від рівня кваліфікації й ерудиції дослідника, його уміння стисло, чітко і зрозуміло розкрити, оцінити нове і суттєве, що є результатом дослідження, визначити шляхи подальших пошуків. Висновки не повинні бути занадто обширними, оптимальний їх обсяг – не більше 5-10 положень.

6. Оформлення результатів дослідження. Всі отримані матеріали дослідження систематизують, узагальнюють і оформляють у належному вигляді (звіт, стаття, рукопис дисертації, монографія тощо).

До основних результатів наукових досліджень належать:

- наукові реферати;
- наукові доповіді (повідомлення) на конференціях, нарадах, семінарах, симпозіумах;
- курсові (дипломні, магістерські) роботи;
- звіти про науково-дослідну (дослідно-конструкторську; дослідно-технологічну) роботу;
- наукові переклади;
- дисертації (кандидатські або докторські);
- автореферати дисертацій;
- депоновані рукописи;
- монографії;
- наукові статті;
- аналітичні огляди;
- авторські свідоцтва, патенти;
- алгоритми і програми;
- звіти про наукові конференції;
- підручники, навчальні посібники;
- бібліографічні покажчики та ін.

7. Впровадження результатів дослідження. Результати

дослідження, і у сукупності повинні бути адекватними їй.

Наявність мети й завдань є передумовою для обґрунтованого вибору методів, засобів дослідження, методів обробки результатів дослідження, способів, за допомогою яких вони будуть інтерпретовані й відповідно оформлені. У програмі робіт також відображають шляхи впровадження результатів дослідження (усні виступи, публікації тощо).

Передбачений програмою календарний план робіт сприяє чіткому розподілу часу на кожний етап дослідження. Відсутність його породжує невизначеність, а нерідко й порушення термінів виконання окремих етапів дослідження, ритмічності всієї роботи, спричиняє зниження дослідницьких результатів.

Важливим елементом дослідження є його гіпотеза – можлива (передбачувана) відповідь на питання, яке ставить перед собою дослідник. Складається вона з передбачуваних зв'язків між досліджуваними фактами. Формулювання гіпотези починається під час роздумів над метою і завданнями дослідження. Аналізуючи стан обраної для дослідження проблеми, дослідник розмірковує над необхідністю з'ясувати передусім актуальніші питання, сформулювати попередні уявлення про зв'язки, які можуть існувати між відомими фактами. На цій основі поступово виникає уявлення про гіпотезу дослідження.

Необхідність гіпотези у науковому дослідженні зумовлена такими причинами:

- гіпотеза є своєрідним компасом, який визначає напрям діяльності дослідника;
- вдало сформульована гіпотеза запобігає невизначеності майбутніх результатів дослідження;
- гіпотеза спрямовує думки дослідника і чітко окреслює коло матеріалів, які повинні бути зібраними у процесі дослідження.

Переконливість гіпотези визначають і доводять експериментально. Щоб правильно сформулювати гіпотезу, необхідно мати широкий кругозір у сфері, до якої належить досліджувана проблема, добре знати її історичні передумови, теоретичні засади.

За своєю сутністю гіпотези можуть бути індуктивними і дедуктивними. Для індуктивної гіпотези характерне увиразнення окремих фактів, на основі яких роблять узагальнюючі висновки. Підпиртя дедуктивної гіпотези утворює загальне положення, завдяки якому роблять висновки про зв'язки між окремими явищами.

Ефективність гіпотези залежить від того, наскільки вона є раціональним передбаченням, а не поспішним здогадом; простою і чіткою за формулюванням, адекватною щодо визначеного питання. Гіпотеза повинна відповідати фактам, на основі яких вона утворена і для пояснення яких вона призначена; враховувати відкриті раніше закономірності, але не суперечити відомим результатам досліджень; пояснювати певне коло явищ дійсності; передбачати нові факти, явища і зв'язки між ними; бути доступною для емпіричної перевірки. Гіпотеза може і перешкоджати процесу дослідження, якщо вона не враховує специфіки досліджуваних явищ.

3. Систематичне накопичення матеріалів. Для їх збирання використовують різноманітні методи наукового дослідження, їх вибір залежить від мети і завдання дослідження. Усі методи повинні бути спрямовані на перевірку переконливості висунутих у гіпотезі передбачень. Важливу роль у підтвердженні гіпотези відіграє експеримент. Експеримент як складова частина наукового дослідження є одним зі способів отримання нових наукових знань. Головною метою експерименту може бути виявлення властивостей досліджуваних об'єктів, перевірка справедливості гіпотез і на цій основі всебічне та глибоке вивчення теми наукового дослідження.

Основою експерименту є науково поставлений дослід, у процесі якого вивчення явищ відбувається за допомогою вибраних або штучно створених умов. Вони забезпечують виникнення процесів, спостереження яких необхідне для встановлення закономірних зв'язків між явищами. Поняття «експеримент» означає дію, спрямовану на створення умов задля вивчення певного явища. У науці і в дослідницькій діяльності експериментом називають низку споріднених понять: дослід, цілеспрямоване спостереження, відтворення об'єкта пізнання, організацію особливих умов його здійснення, перевірку

Наукова проблема – конкретне питання, яке виникає, коли наявних знань не достатньо для вирішення конкретного завдання, і спосіб, за допомогою якого можна здобути відсутні знання, невідомий.

Проблема об'єднує кілька тем. Часто вона постає як складна, суперечлива ситуація, у розумінні якої співіснують різні погляди.

Тема – наукове завдання, що належить до конкретної галузі наукового дослідження.

Мотивом вибору теми дослідження можуть бути необхідні для розв'язання проблеми досвід, творчий потенціал дослідника. При цьому враховують і наявність потрібної для майбутнього дослідження матеріальної бази, відповідних технічних засобів тощо. Обрана і сформульована на першому етапі назва теми (проблеми) у процесі дослідження передбачає можливість її уточнення.

Розпочинають дослідження із ознайомлення зі станом проблеми, адже для успішного її розв'язання дослідник повинен мати якнайповніше уявлення про зроблене його попередниками. Для цього він повинен ретельно проаналізувати доступні нормативні (постанови, накази, інструкції) і патентні (описи патентів і винаходів) документи, вивчити літературні джерела (книги, журнали, наукові збірники, архівні документи), статистичні матеріали (результати соціологічних опитувань, тестувань тощо). Цю роботу слід розпочинати з опрацювання ґрунтовнішої публікації (монографії, дисертації, тематичного збірника наукових праць). Під час ознайомлення можна отримати інформацію про інші потрібні для дослідження праці. Інформація про них, як правило, міститься у тексті, підрядкових посиланнях, списку використаної літератури.

Результатом цього етапу дослідження повинен стати бібліографічний перелік опрацьованих літературних джерел, нотатки використаних матеріалів, конспект чи реферат.

2. Уточнення проблеми (теми) і складання програми дослідження. Попереднє формулювання проблеми наукового дослідження не завжди є остаточним. Під час вивчення обраної для дослідження проблеми з'ясовуються її аспекти, розв'язані раніше, що

для змозги конкретизувати питання, які потребують свого вирішення. Відповідно до цього формулювання проблема може звужуватись або розширюватись, а її назва – уточнюватись.

Після уточнення проблеми складають програму (план) дослідження, мета якої полягає у забезпеченні систематичності й послідовності робіт у процесі дослідження. Програма, передусім, передбачає конкретну методику дослідження – сукупність і взаємозв'язок дослідницьких способів, методів і прийомів. У ній обґрунтовують вибір теми, розкривають її актуальність і наукову новизну, визначають мету й завдання дослідження, складають календарний план робіт, формують гіпотезу дослідження.

Обґрунтування теми дослідження має переконувати в актуальності міркувань, на підставі яких обрано проблему дослідження, розкривати чинники, які зумовлюють його необхідність. Ними можуть бути розвиток науки, суспільні проблеми, необхідність узагальнення певного досвіду та ін.

Актуальність дослідження залежить від того, наскільки його результати сприятимуть вирішенню конкретних практичних завдань або усуненню протиріч суспільного життя, виробництва, сфери освіти тощо. Новизна дослідження може полягати у відкритті нових закономірностей (технічних, психологічних, екологічних, історичних, фізичних та ін.), визначенні шляхів їх використання для практичних потреб людини або суспільства в цілому.

Мета дослідження здебільшого міститься у формулюванні теми. Чітке бачення наукової мети дослідження є передумовою цілеспрямованої діяльності дослідника, активізує його творчий потенціал. Вона може стосуватися різноманітних теоретичних, прикладних питань. Як правило, її вбачають у виявленні залежностей між певними факторами, з'ясуванні зв'язків між явищами, встановленні умов усунення недоліків у процесах, розкритті можливостей удосконалення процесів, пізнанні закономірностей і тенденцій розвитку тощо.

Мета дослідження конкретизується в його завданнях, які дають уявлення про його спрямованість. Завдання розкривають мету

дослідження стають науковою продукцією тоді, коли їх починають застосовувати на практиці. Впровадження класифікують за формою матеріального втілення (навчальні програми, навчальні посібники, методичні рекомендації, технологічні процеси, конструкції споруд, виробничого обладнання) і робочою функцією впроваджуваних результатів (організація й управління навчальним процесом; здійснення заходів з профілактики професійних захворювань; виготовлення продукції; функціонування систем організації та управління тощо).

Процес впровадження охоплює два етапи. Спочатку узагальнені результати дослідження піддають дослідній перевірці у практичних умовах (у навчальному процесі, на виробництві). Успішна дослідна перевірка результатів дослідження передуює їх широкому впровадженню (у серійне виробництво) або обов'язковому застосуванню (у навчальному процесі).

8. Оцінювання значущості результатів дослідження. Наслідки впровадження результатів дослідження у практику можуть бути різноманітними: забезпечувати економічний (скорочення грошових витрат на виробництво продукції), соціальний ефект (зростання продуктивності праці, підвищення рівня освіченості, працездатності, поліпшення умов навчання чи праці). Оцінюють ефективність результатів наукових досліджень на основі спеціальних методик.

Таким чином, застосування загальної схеми здійснення дослідження має на меті упорядкування роботи над розв'язанням проблеми. Дотримання послідовності етапів наукового пошуку забезпечує високий професійний рівень дослідження і ефективність його впровадження.

1.5. Основні риси працівника науки

Як відомо, науково-дослідницькою роботою займається багато людей, у тому числі й студентів вищих навчальних закладів (ВНЗ). Суб'єктами наукової діяльності є: вчені, наукові працівники, науково-педагогічні працівники, наукові установи, наукові організації, вищі

навчальні заклади III і IV рівнів акредитації, громадські організації у сфері наукової та науково-технічної діяльності та ін.

Науково-дослідницькою діяльністю займається значне коло людей. Тих, хто робить це постійно, називають дослідниками, науковцями (науковими працівниками), вченими.

Дослідником називають людину, яка здійснює наукові дослідження. Науковець – це той, хто має відношення до науки, виробляє нові знання, є спеціалістом у певній галузі науки. Вчений – фізична особа, яка проводить фундаментальні та (або) прикладні наукові дослідження з метою здобуття наукових та (або) науково-технічних результатів. Науковий працівник – вчений, який за основним місцем роботи та відповідно до трудового договору професійно займається науковою, науково-технічною або науково-педагогічною діяльністю та має відповідну кваліфікацію, підтверджену результатами атестації.

Люди науки мають відповідну спеціальність і кваліфікацію, працюють як самотужки, так і об'єднуючись у наукові колективи (постійні чи тимчасові), створюють наукові школи.

Оскільки наукова діяльність – це інтелектуальна творча робота, спрямована на здобуття і використання нових знань, науковий працівник повинен бути всебічно розвиненим спеціалістом, володіти двома-трьома мовами, досягненнями світової і вітчизняної науки в своїй галузі, цілеспрямованим і чесним у роботі, гармонійно поєднувати творчі і особистісні якості (табл. 1.2).

Велике значення в діяльності наукового працівника має знання ним реальних проблем сьогодення, обмін досвідом із людьми практики, творче обговорення нагальних питань, що породжують нові ідеї, нову наукову думку.

Кожен науковий працівник повинен займатися пропагандою науково-технічних знань незалежно від сфери його діяльності.

Зауважимо, що віднайти такого науковця, який у повному обсязі відповідав би усім наведеним у таблиці якостям, важко або навіть і неможливо, тому необхідна постійна робота над собою для розвитку і набуття цих якостей.

Таблиця 1.2 – Основні якості, яким має відповідати науковець

№ з/п	Творчі та ділові якості	Основні характеристики
1	Професійні знання	Наявність знань, що відповідають вимогам обраної діяльності. Обов'язкові елементи: високий рівень базової освіти, вміння користуватися комп'ютером, знання рідної та іноземної мов.
2	Допитливість	Високий рівень внутрішнього прагнення до пізнання істини, увага до непізаного і незрозумілого, високий інтерес до нових знань, зокрема наукової літератури як джерела знання.
3	Спостережливість	Здатність до цілеспрямованого сприйняття об'єктивних властивостей досліджуваних явищ, процесів, предметів.
4	Ініціативність	Здатність до самостійних рішень, внутрішнє спонукання до нових форм діяльності.
5	Почуття нового	Винахідництво, активна підтримка нового, творчий характер діяльності, нетерпимість до догматизму.
6	Зацікавленість у справі	Наявність мотивів, ідей, що спонукають до дослідження; ставлення до праці як до важливого, привабливого заняття.
7	Пунктуальність, ретельність	Своєчасне і якісне виконання плану роботи, доручень тощо.
8	Відповідальність і надійність	Здатність брати на себе відповідальність за певну ділянку роботи, справу, за свої або чийсь вчинки, дії, слова.
9	Комунікабельність	Уміння налагоджувати зв'язки з різними за віком, характером та посадою людьми.
10	Доброзичливість	Людяність, повага до інших людей, здатність розділити успіхи свого колективу.
11	Честолюбство	Прагнення стати відомим, мати популярність, можливість просування на службі.
12	Зовнішній вигляд	Гармонійне поєднання привабливості й елегантного стилю в одязі.

1.6. Система наукових установ

Законодавчу основу для організації науки створює Верховна Рада України. Виконавчим органом, який розробляє і здійснює заходи в проведенні єдиної політики в галузі науки, є Кабінет Міністрів України. Йому підпорядковані установи та організації, які здійснюють безпосереднє керівництво науковою діяльністю в державі: Міністерство освіти і науки України, Державний комітет України з питань науково-технічного та інноваційного розвитку, Національна Академія наук України, галузеві і міжгалузеві міністерства, комітети та відомства.

У нашій країні існує чітка система установ, які проводять наукові дослідження. Умовно їх можна поділити на такі 4 типи:

1. Академічні інститути, які входять до складу Національної Академії Наук України та галузевих академій;
2. Галузеві науково-дослідні та проектно-конструкторські інститути, які підпорядковані відповідним міністерствам;
3. Вищі навчальні заклади (інститути, академії, університети);
4. Науково-дослідні, проектні установи і центри при промислових підприємствах та об'єднаннях, спеціальні конструкторські бюро (СКБ), спеціальні конструкторсько-технологічні бюро (СКТБ) та інші установи і центри, у т.ч. створені на комерційній основі; обсерваторії, музеї, заповідники, наукові бібліотеки, ботанічні сади тощо.

З метою залучення студентської молоді до наукової роботи у вузах створюються добровільні студентські об'єднання – наукові студентські товариства. Вони є важливим засобом підвищення якості підготовки й виховання спеціалістів, здатних творчо застосовувати у практичній діяльності досягнення науково-технічного і культурного прогресу.

Академічні науково-дослідні інститути займаються, головним чином, фундаментальними дослідженнями.

Для наукових установ другого типу найхарактернішими є прикладні дослідження.

Щодо ВНЗ, то вони займаються як фундаментальними, так і прикладними дослідженнями.

Останнім часом академічні НДІ роблять і свій конкретний внесок у практичне втілення результатів фундаментальної науки у господарство. Як приклад можна назвати Фізико-технічний інститут низьких температур НАН України, який запропонував використовувати рідкий гелій для перевезень на великі відстані продуктів та овочів, що швидко псуються. Ця пропозиція заощадила господарству багато мільйонів гривень. Сьогодні можна говорити про те, що кордони між фундаментальними та прикладними дослідженнями стираються.

Національна академія наук – головний науковий центр України. Мета її діяльності в її Статуті:

- розвиток фундаментальних досліджень з провідних напрямків суспільних і природничих наук;
- здійснення перспективних наукових досліджень, безпосередньо пов'язаних з розвитком виробництва, в першу чергу у визначальних галузях технічного прогресу;
- виявлення принципово нових можливостей науково-технічного прогресу і підготовка рекомендацій для їх застосування у народному господарстві;
- вивчення та узагальнення досягнень світової науки і сприяння найбільш повній їх реалізації у суспільній практиці.

Відповідно до діючого Статуту Національна академія наук об'єднує у своєму складі видатних вчених України. Обирають членів академії її загальні збори. Члени академії мають академічні звання – член-кореспондент і дійсний член (академік).

Офіційно вважається, що членами-кореспондентами академії обираються вчені, які збагатили науку видатними науковими працями, а дійсними членами – вчені, завдяки яким наука збагатилася працями першочергового наукового значення.

Найвищий керівний орган Академії наук – Загальні збори, а у період між сесіями Загальних зборів – Президія на чолі з президентом.

У складі Академії діє три секції, які об'єднують 14 відділень:

1. Секція фізико-технічних і математичних наук, яка об'єднує відділення математики та кібернетики; механіки; фізики та

астрономії; наук про Землю; фізико-технічних проблем матеріалознавства; фізико-технічних проблем енергетики.

2. Секція хіміко-технологічних і біологічних наук об'єднує відділення хімії та хімічної технології; біохімії, фізіології та теоретичної медицини; загальної біології.
3. Секція суспільних наук об'єднує відділення економіки; історії, філософії та права; літератури, мови та мистецтвознавства.

До складу НАН України входять близько 170 науково-дослідних інститутів, підприємств дослідно-конструкторської і виробничої бази та інших наукових установ, у яких працює понад 19 тисяч науковців.

До найвідоміших академічних інститутів належать інститути електровзарювання, кібернетики, математики, надтвердих матеріалів, проблем матеріалознавства, фізико-технічний низьких температур. До наукових установ НАН України також віднесено:

- Центральний науково-природничий музей;
- Центральний ботанічний сад;
- Національну наукову бібліотеку ім. В.Вернадського;
- Видавництво «Наукова думка» та ін.

У складі НАН України існують Донецьке, Північно-Східне (Харків), Західне (Львів), Північно-Західне (Київ), Південне (Одеса) та Придніпровське (Дніпропетровськ) відділення.

Крім Національної академії наук, в Україні діють галузеві державні академії наук:

- Національна академія аграрних наук України (НААНУ, до 2010 р. називалась УААН – Українська академія аграрних наук);
- Національна академія педагогічних наук України (НАПНУ, до 2010 р. називалась АПНУ – Академія педагогічних наук України);
- Національна академія медичних наук України;
- Національна академія правових наук України;
- Національна академія мистецтв України;
- Українська екологічна академія наук (УЕАН).

Галузеві академії наук координують розвиток науки лише в одній галузі. Крім галузевих академій, діє ціла низка громадських академій, зокрема: екології та безпеки життєдіяльності, вищої школи,

технологічна, гірнична, інженерна, архітектури, будівництва, аерокосмічна та ін.

НАН України присуджує медалі і премії за найвизначніші наукові дослідження, готує наукові кадри та видає книги й журнали з різних наук.

Найпрестижнішою науковою премією в Україні є Державна премія України в галузі науки і техніки.

Основною ланкою Академії наук є науково-дослідний інститут, який, у свою чергу, складається із відділів, лабораторій, секторів, обчислювального центру, експериментальної бази тощо.

Галузеві НДІ підпорядковані відповідному міністерству та займаються прикладними дослідженнями, пов'язаними з розв'язанням проблем відповідної галузі народного господарства.

Значний вклад у розвиток науки вносять ВНЗ нашої країни. Переважна більшість ВНЗ підпорядковується Міністерству освіти і науки України.

Основним науковим підрозділом ВНЗ є науково-дослідний сектор (НДС) або науково-дослідна частина (НДЧ), причому останні створюються, як правило, тільки у великих ВНЗ. До складу НДС входять лабораторії окремих кафедр, галузеві науково-дослідні лабораторії, які створюються при вузах відповідними міністерствами для проведення прикладних досліджень і вирішення конкретних завдань окремих галузей промисловості, а також проблемні науково-дослідні лабораторії, які виконують фундаментальні дослідження з окремих наукових проблем. При ВНЗ з високим рівнем наукових досліджень, в тому числі ВНТУ, діють науково-дослідні інститути.

В університетах, крім того, можуть створюватися і такі специфічні наукові підрозділи, як ботанічні сади й обсерваторії.

Студенти ВНЗ беруть участь у науково-дослідній роботі, об'єднуючись у студентські наукові товариства (СНТ) і студентські конструкторські бюро (СКБ).

Завдяки виконуваним у ВНЗ науковим дослідженням викладачі й студенти беруть активну участь у розв'язанні важливих для народного господарства проблем. А це сприяє поліпшенню якості підготовки фахівців.

Останнім часом у нашій країні розвивається і нова форма наукових об'єднань – так звані регіональні наукові центри – об'єднання ряду наукових закладів різної відомчої підпорядкованості, які розміщуються в межах міста чи області (в окремих випадках – у межах ряду найближчих міст чи областей) і разом вирішують окремі наукові проблеми, сформульовані в спеціальних регіональних науково-технічних програмах. Прикладом такого об'єднання може служити Північно-Східний науковий центр НАН України, який об'єднує академічні, галузеві НДІ та ВНЗ міст Харкова, Сум і Полтави для розв'язання таких регіональних програм, як “Металомісткість”, “Енергія” тощо.

Вимога прискореного впровадження наукових розробок у промисловості спричинилася до створення нового типу наукових центрів, так званих науково-виробничих об'єднань, головним завданням яких є прискорення науково-технічного прогресу у відповідній галузі.

1.7. Система підготовки наукових і науково-педагогічних кадрів

В Україні діє чітка система підготовки наукових кадрів. До них належать особи, які мають вищу освіту і виконують науково-дослідну чи науково-педагогічну роботу за затвердженим планом підготовки у магістратурі, аспірантурі чи докторантурі. Встановлено два наукових ступені – кандидата і доктора наук. Той чи інший ступінь присуджується вченому після успішного захисту дисертації, де викладаються результати виконаної ним самостійної наукової праці, які розв'язують конкретне наукове завдання (для кандидата наук) чи вирішують наукову або науково-прикладну проблему (для доктора наук) у відповідній галузі наук.

Кандидат наук (від латинського *candidatus* – одягнений у біле) – перший науковий ступінь. Здобути науковий ступінь кандидата наук може особа з вищою освітою. Для цього потрібно скласти кандидатський мінімум (іспити з філософії, іноземної мови та за

обраною науковою спеціальністю) і прилюдно (публічно) захистити кандидатську дисертацію.

Доктор наук (від латинського *doctor* – учитель, наставник) – другий науковий ступінь. Для здобуття наукового ступеня доктора наук потрібно вже мати науковий ступінь кандидата наук і захистити докторську дисертацію. За діючим в Україні Порядком присудження наукових ступенів докторську дисертацію може захищати і здобувач, який не має наукового ступеня кандидата наук.

Питання про присудження наукових ступенів кандидата і доктора наук розглядаються спеціалізованими вченими радами вищих закладів освіти, наукових установ та організацій у порядку, встановленому Кабінетом Міністрів України (Постанова Кабінету Міністрів України №644 від 28 червня 1997 року).

Наукові ступені присуджуються в Україні у таких галузях наук: фізико-математичні (математика, механіка, астрономія, фізика, інформатика та кібернетика), хімічні, біологічні, геологічні, технічні, сільськогосподарські, історичні, економічні, філософські, філологічні, географічні, юридичні, педагогічні, медичні, фармацевтичні, ветеринарні, психологічні, соціологічні, політичні, а також з мистецтвознавства, архітектури та фізичного виховання і спорту.

Встановлені такі науково-педагогічні вчені звання: старший науковий співробітник, доцент, професор. Також є академічні звання: член-кореспондент і дійсний член академії. Коли тому чи іншому працівнику присвоюється певне науково-педагогічне чи академічне звання, насамперед беруться до уваги його досягнення в галузі науково-дослідної роботи та науково-педагогічної діяльності. Наукові ступені присуджуються ВАК (Вищою атестаційною комісією при Кабінеті Міністрів України), а вчені звання присвоюються ДАК МОН України (Державною атестаційною комісією при Міністерстві освіти і науки України). Академічні звання присвоюються загальними зборами відповідних академії за результатами таємного голосування.

Заслуги вченого перед суспільством відзначаються почесним званням “Заслужений діяч науки і техніки”, “Заслужений працівник вищої школи”, “Заслужений винахідник”.

Новою важливою ланкою підготовки науково-педагогічних кадрів у наш час стала магістратура. У ВНТУ накопичений значний досвід роботи з молодими і перспективними науковцями, оскільки це – один із перших в Україні ВНЗ, де була введена у навчальний процес магістратура. Це дозволило полегшити становлення молодих вчених, а також поживавити захист кандидатських та докторських дисертацій.

Основною формою підготовки наукових працівників є аспірантура. Вона організовується при наукових установах, що мають висококваліфіковані кадри та необхідну дослідно-експериментальну базу, на якій можна проводити НДР сучасного рівня. У галузі педагогічних наук остання вимога не обов'язкова, оскільки проведення педагогічного експерименту часто виконується в умовах діючих шкіл чи ВНЗ.

Аспірантура має денну форму навчання (з відривом від виробництва) та заочну (без відриву від виробництва). В аспірантурі особа, яка має намір здобути науковий ступінь, виконує певну наукову роботу під керівництвом досвідченого наукового керівника.

Підготовка доктора наук здійснюється у докторантурі, хоча чимало дисертацій готуються і не через докторантуру, а шляхом творчих відпусток чи просто у вільний від роботи час. У більшості випадків здобувачі ступеня доктора наук мають наукового консультанта, хоча це і необов'язкова вимога.

Завершену кандидатську чи докторську дисертацію претендент на науковий ступінь захищає у відповідній спеціалізованій вченій раді, членами якої є провідні спеціалісти в даній галузі науки. Остаточне рішення про присудження наукового ступеня виносить Державна атестаційна Комісія (ДАК) МОНМС України.

Слід пам'ятати, що вчені звання присвоюються, а наукові ступені – присуджуються.

Слід пам'ятати, що, згідно з чинним законодавством, принаймні, станом на початок 2010 р., на відміну від закордонних ВНЗ, в Україні присвоюється кваліфікація магістра, а не ступінь.

1.8. Особливості організації наукової діяльності

Науковою діяльністю, як відомо, займаються фахівці, які мають відповідну кваліфікацію та періодично її підтверджують результатами атестації. Працюють науковці як самостійно, так і в рамках наукових шкіл, створених видатними вченими.

Основні зусилля науковців зосереджуються на отриманні наукової інформації в результаті наукового пізнання, яка поширюється певними каналами, засобами і методами.

Елементарна модель наукової комунікації подана на рисунку 1.6.

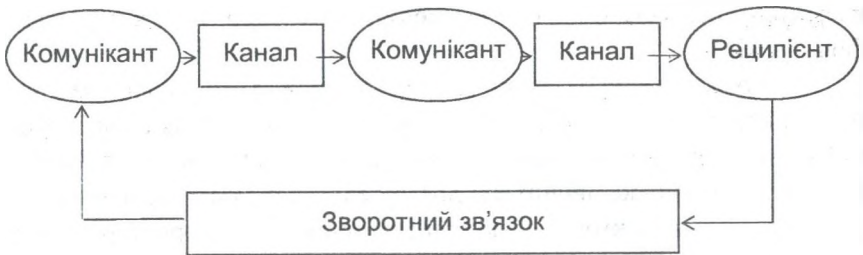


Рис. 1.6. Модель наукової комунікації

Наукові комунікації включають наступні елементи:

- 1) *комунікант* – відправник повідомлення (особа, яка генерує ідею або збирає, опрацьовує наукову інформацію та передає її).
- 2) *комунікат* – повідомлення (фіксована чи нефіксована наукова інформація, закодована певним чином за допомогою символів, знаків, кодів).
- 3) *канал* (спосіб передачі наукової інформації).
- 4) *реципієнт* – отримувач повідомлення (особа, якій призначена і яка певним чином інтерпретує її, реагує на неї).
- 5) *зворотний зв'язок* – реакція реципієнта на отримане наукове повідомлення.

Слід зазначити, що одним з основних показників вагомості наукового результату є індекс цитування, який визначається як кількість посилань на ту чи іншу працю автора, журнал, установу,

країну. В залежності від цього показника визначається також і науковий рейтинг науковця.

Науковець повинен вміти здійснювати обмін науковою інформацією через формальну та неформальну наукову комунікацію. Доцільно також науковцям здійснювати не документальну наукову комунікацію, а шляхом публічних виступів, участі в нарадах, конференціях, симпозіумах, бесідах тощо.

Важливу роль у розвитку наукових досліджень відіграють наукові школи (НШ).

Наукова школа – це неформальний творчий колектив дослідників різних поколінь, об'єднаних загальною програмою і стилем дослідницької роботи, які здійснюють наукові дослідження під керівництвом визнаного лідера.

Наукові школи виконують такі функції: виробництва та поширення наукових знань; підготовки наукових кадрів.

Визначальною ознакою наукової школи є дослідження її членами актуальних проблем, до яких залучено три покоління дослідників: засновника школи (лідера) – його послідовників – учнів послідовників.

Центральна фігура наукової школи – її лідер (керівник). Це, як правило, видатний учений, який здатний продукувати ідеї, нові напрямки фундаментальних і прикладних досліджень.

Науковим школам притаманні також і інші ознаки, а саме:

- багаторічна наукова продуктивність, що характеризується як кількісними (кількість публікацій, посилань), так і якісними показниками (лідер і члени НШ є авторами фундаментальних наукових праць, членами редколегій провідних професійних журналів і збірників);
- широта проблемно-тематичного, географічного, хронологічного діапазонів функціонування НШ;
- збереження традицій і цінностей НШ на всіх етапах її становлення та розвитку, забезпечення спадкоємності в напрямках наукових досліджень, стилю наукової роботи;
- розвиток атмосфери творчості, новаторства, відкритості для

- наукових дискусій як у професійній пресі, так і в спілкуванні;
- об'єднання в НШ певного кола талановитих учених, постійне її поновлення обдарованими вихованцями – послідовниками лідера, здатними до самостійного пошуку;
 - постійні комунікаційні зв'язки (горизонтальні і вертикальні) між учителем та учнями, рядовими членами школи;
 - активна педагогічна діяльність (кількість здобувачів, аспірантів, докторантів, підручників, навчальних посібників, розробка нових курсів);
 - офіційне визнання державою (науковою спільнотою) важливості наукових досліджень НШ (число академіків, докторів, кандидатів наук, професорів, доцентів, заслужених діячів, працівників).

Наукову школу, у більшості випадків, очолює доктор наук, а в її складі працює не менше трьох докторів наук, тематика досліджень яких пов'язана з тематикою лідера школи. Про ефективність роботи наукової школи можна судити за кількістю захищених кандидатських та докторських дисертацій працівників, що входять до її неформального складу.

У ВНЗ функціонує система організації наукової діяльності студентів. Основним призначенням якої є підготовка висококваліфікованих, конкурентоспроможних на світовому ринку праці фахівців відповідного профілю.

За призначенням науково-дослідницька діяльність студентів повинна вирішувати наступні завдання:

- формування наукового світогляду, оволодіння методологією і методами наукового дослідження;
- надання допомоги студентам у прискореному оволодінні спеціальністю, досягненні високого професіоналізму;
- розвиток творчого мислення та індивідуальних здібностей студентів у вирішенні практичних завдань;
- прищеплення студентам навичок самостійної науково-дослідницької діяльності;
- розвиток ініціативи, здатності застосовувати теоретичні звання

у своїй практичній роботі, залучення найздібніших студентів до розв'язання наукових проблем, що мають суттєве значення для науки і практики;

- необхідність постійного оновлення і вдосконалення своїх знань;
- розширення теоретичного кругозору і наукової ерудиції майбутнього фахівця;
- створення та розвиток наукових шкіл, творчих колективів, виховання у стінах вищого навчального закладу резерву вчених, дослідників, викладачів.

Залучення студентів до науково-дослідницької діяльності бажано здійснювати з першого року навчання через академічну групу. При вивченні дисципліни „Вступ до фаху” слід ознайомити студентів з напрямками науково-дослідницької діяльності ВНЗ, факультету, випускових кафедр.

У більшості випадків зміст і форми НДДС у ВНЗ співпадають з основними напрямками науково-дослідницької діяльності кафедр.

Кафедри ВНЗ одночасно є і базою організації та проведення НДДС, результативність якої визначається:

а) проблематикою дослідницької і науково-методичної діяльності кафедр, факультетів, інституту;

б) тематикою досліджень, що здійснюються кафедрами у творчій співпраці з закладами культури, освіти з усіма профільними для ВНЗ установами та організаціями;

в) умовами дослідницької роботи студентів, наявністю бази дослідження, можливістю отримання необхідних документів, наявністю комп'ютерної техніки, **Internet**: забезпеченням НДДС науковим керівництвом та ін.

Науково-дослідницька діяльність студентів ВНЗ здійснюється за трьома основними напрямками:

- *науково-дослідницька робота*, що є невід'ємним елементом навчального процесу і входить до календарно-тематичних та навчальних планів, навчальних програм як обов'язкова для всіх студентів;
- *науково-дослідницька робота*, що здійснюється поза навчальним

процесом у межах СНТТ – у гуртках, проблемних групах (лабораторіях), перекладацьких та інформаційних студіях, фольклорних експедиціях та ін.;

- науково-організаційні заходи: конференції, конкурси та ін.

Науково-дослідницька робота студентів у межах навчального процесу є обов'язковою для кожного студента і охоплює майже всі форми навчальної роботи:

- написання рефератів наукової літератури з конкретної теми в процесі вивчення дисципліни соціально-гуманітарного циклу, фундаментальних і професійно-орієнтованих, спеціальних дисциплін, курсів спеціалізації та за вибором;
- виконання лабораторних, практичних, семінарських та самостійних завдань, контрольних робіт, що містять елементи проблемного пошуку;
- виконання нетипових завдань дослідницького характеру в період виробничої практики, на замовлення підприємств, установ, організацій, закладів культури тощо;
- підготовка і захист курсових робіт, проектів, дипломних робіт, проектів та випускових бакалаврських та магістерських робіт.

Одночасно у ВНЗ студенти залучаються до науково-дослідницької діяльності поза навчальним процесом, яка передбачає:

- участь студентів у роботі наукових гуртків, проблемних лабораторій;
- участь студентів у виконанні держбюджетних і госпрозрахункових наукових робіт;
- робота в конструкторських бюро, інформаційно-аналітичних центрах;
- підготовка доповідей, статей;
- оформлення патентів.

Наукові гуртки являють собою невеликий студентський колектив, діяльністю якого керує викладач.

Студенти, випускники ВНЗ за рішенням державної іспитової комісії (ДІК) та СНТТ ВНЗ за результативну роботу можуть бути рекомендовані до вступу в аспірантуру.

Контрольні питання та завдання для самостійної роботи

1. Дайте характеристику головних ознак науки. Назвіть основні функції науки.
2. Визначте основні етапи становлення і розвитку науки.
3. Що виступає об'єктом і предметом науки?
4. Проаналізуйте шлях створення теорії.
5. Назвіть основні елементи науки як системи знань.
6. Охарактеризуйте основні рівні наукових досліджень.
7. Дайте означення поняття “наука”.
8. Які основні етапи науково-технічного прогресу?
9. Наведіть класифікацію наукових знань.
10. Дайте означення категорії “фундаментальна та прикладна наука”.
11. Наведіть декілька означень науки “Екологія”.
12. Які основні проблеми екології на сучасному етапі розвитку людства?
13. У чому полягає завдання сучасного вченого?
14. Наведіть класифікацію наукових установ в Україні.
15. Які функції виконує Національна Академія наук України? Хто є Президентом НАНУ?
16. Які функції науково-дослідного інституту?
17. Які функції виконує Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України? Хто є Міністром даного міністерства?
18. Які наукові підрозділи університетів Ви знаєте?
19. Яка роль студентських наукових товариств (СНТ) і студентських конструкторських бюро (СКБ)?
20. Наведіть класифікацію наукових кадрів в Україні.
21. Які функції виконує магістратура, аспірантура, докторантура?
22. Назвіть учені, науково-педагогічні та академічні звання і наукові ступені.

Розділ II

ОСНОВИ МЕТОДОЛОГІЇ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Вивченням методів наукового пізнання, розробкою його методології займалися вчені як у далекому минулому, так і дотепер.

Перші паростки методології отримання нових знань з'явилися ще в період античної культури. Відомо, що стародавні греки найбільш доцільним способом відкриття нових істин вважали дискусії, в результаті яких виявлялися протиріччя про предмет обговорення, суперечливість певних трактувань. В дискусіях відбувався пошук нових знань.

2.1. Поняття методології

Основні ідеї методології науки були сформовані в епоху Відродження, яка, як відомо, характеризується значними успіхами в розвитку знань про природу. Саме завдячуючи успіхам у природознавстві і початку розмежувань філософії та спеціальних наук, як фундаментальних так і прикладних, у цей період вдалося розробити ряд методів досліджень, які сприяли пізнавальному процесу і відігравали важливу роль у розвитку науки.

Спираючись на праці Арістотеля, Ф. Бекона, Г. Галілея, І. Ньютона, Г. Лейбніца, М. Ломоносова, Ч. Дарвіна, Д. Менделєєва, І. Павлова, А. Ейнштейна, М. Бора та ін., сучасні вчені продовжують розробляти теоретичні основи філософського вчення про методи пізнання і перетворення дійсності, використання принципів світогляду в процесі пізнання і практики.

Процес пізнання, як основа будь-якого наукового дослідження, є складним і вимагає концептуального підходу на основі певної методології. Але слід пам'ятати, що поняття методології дещо вужче поняття наукового пізнання, оскільки останнє не обмежується дослідженням форм і методів пізнання, а вивчає питання сутності об'єкта і суб'єкта пізнання, критеріїв його істинності, межі

пізнавальної діяльності та ін. Виконання наукового дослідження нерозривно пов'язане з його методологією, тобто з початковими керівними принципами розвитку. По суті, методологія – це сукупність методів, способів, прийомів, їх певна послідовність, схема, прийнята при розробці наукового дослідження. У багатьох закордонних літературних джерелах поняття методології і методів дослідження не розмежовуються. Вітчизняні науковці методологію розглядають як вчення про наукові методи пізнання і як систему наукових принципів, на основі яких базується дослідження та проводиться вибір пізнавальних засобів, методів і прийомів дослідження. Найбільш доцільним є визначення:

Методологія (від грец. *methoges* – пізнання і *logos* – вчення) – це теорія методів дослідження, створення наукових концепцій як системи знань про теорію науки або системи методів дослідження.

Під методологією також розуміють концептуальний виклад мети, змісту, методів дослідження, які забезпечують отримання максимально об'єктивної, точної, систематизованої інформації про процеси та явища. Сутність методологічного апарату дослідження визначається сучасним розумінням методології як вчення про структуру, логіку, організацію, методи, засоби та форми наукового пізнання.

Методологія виконує функції, які зводяться до наступного:

- визначення способів отримання наукових знань, які відображають динамічні процеси та явища;
- визначення певного шляху, на якому досягається науково-дослідна мета;
- забезпечення всебічності отримання інформації щодо процесу чи явища, що вивчаються;
- введення нової інформації до фонду теорії науки;
- уточнення, збагачення, систематизація термінів і понять у науці;
- створення системи наукової інформації, яка базується на об'єктивних фактах, і логіко-аналітичного інструменту наукового пізнання.

Методологія – це і наука про структуру, логічну організацію, засоби і методи діяльності взагалі. Незважаючи на те, що поняття методології є складним і пояснюється по-різному, їй притаманний розвиток.

Розвиток методології – одна зі сторін розвитку науки в цілому. Будь-яке наукове відкриття має не тільки предметний, а й методологічний зміст, оскільки воно пов'язане з критичним переосмисленням існуючого апарату понять, передумов і підходів до інтерпретації об'єкта, явища, що вивчається.

Методологія – це сукупність правил визначення понять, виведення одних знань з інших, методів, прийомів, операцій наукового дослідження у всіх галузях науки і на всіх етапах дослідження.

Нині методологія виступає як окрема наукова дисципліна, що вивчає технологію проведення наукових досліджень, опис і аналіз етапів досліджень і низку інших проблем. Будучи вченням про систему принципів і способів наукової діяльності, методологія одночасно є основою теорії будь-якої дисципліни або наукової галузі.

Головною метою методології науки є вивчення і аналіз методів, засобів, прийомів, застосування яких дозволяє отримувати нові знання в науці як на теоретичному, так і на емпіричному рівнях. За спрощеним трактуванням, методологію можна визначити як схему (алгоритм) або план вирішення поставлених завдань наукового дослідження.

Поряд з цим методологія наукового дослідження розробляє найбільш суттєві особливості й ознаки методів дослідження, розкриває їх за спільністю і глибиною аналізу. Наприклад: вивчаючи конкретні способи проведення експерименту, спостережень, вимірювання, методологія науки виділяє ті ознаки, які властиві будь-якому експерименту.

Найбільш важливим для методології науки є визначення проблеми, побудова предмета дослідження і наукової теорії, перевірки істинності результатів.

2.2. Методологія наукового пізнання

Наукові дослідження повинні бути творчими, їх метою є отримання нової, цінної інформації. Спростувати існуючі або висунути нові наукові гіпотези, пояснити процеси або явища, які раніше були незрозумілими або недостатньо вивченими, науково обґрунтувати і пояснити велику кількість дослідних даних – усе це неможливо без творчого мислення.

Методологія наукового пізнання і творчості досліджує і вивчає технологію проведення наукових досліджень (опис і аналіз етапів досліджень) і пов'язана з пізнанням навколишнього світу. При цьому слід зазначити, що творчість може проявлятися у будь-якій сфері діяльності людини, а саме: науковій, виробничо-технічній, художній, політичній тощо.

Механізми творчості дотепер вивчено ще недостатньо. Однак зараз можна стверджувати, що творчість – це продукт біосоціальної еволюції людини, явище, що стосується передусім конкретного суб'єкта і пов'язане з особливістю психіки людини, закономірностями вищої нервової діяльності, розумової праці.

Найчастіше творчість визначають як мислення в його найвищій формі, що виходить за межі свідомого, а також діяльність, що створює дещо нове. Ця діяльність містить постановку або вибір завдання, пошук умов або способу його вирішення і, як результат, – створення нового.

Науково-технічна творчість має прикладні цілі і спрямована на задоволення практичних потреб людини. Під технічною творчістю розуміють пошук і вирішення проблем (завдань) у сфері техніки на основі використання досягнень науки.

Слід зауважити, що серед науковців панує думка, що основоположними механізмами творчості можуть бути інтуїція і логіка вирішення проблемних ситуацій, яка вимагає пошуку рішення в умовах невизначеності і дефіциту інформації.

***Інтуїція** – це чітке рішення, отримане в результаті тривалого накопичення знань у конкретній сфері.*

Інтуїція складається з низки етапів. До них належать:

- накопичення і несвідоме розподілення образів і абстракцій у системі пам'яті;
- неусвідомлюване комбінування і аналізування накопичених абстракцій, образів і правил для вирішення конкретного завдання;
- чітке усвідомлення завдання;
- несподіване для людини знаходження рішення, що задовольняє сформульоване завдання.

Інтуїції притаманний такий специфічний акт, як прозріння (усвідомлення чогось, що спливає з глибини підсвідомості). Прозріння забезпечує усвідомлення елементів у такому зв'язку і відношеннях, які гарантують вирішення завдання. Прозріння до дослідника приходять не випадково. У більшості випадків це явище трапляється щоразу, коли дослідник довго зосереджував увагу на конкретній проблемі (завданні), а рішення її визрівало у підсвідомості.

Творчі здібності можуть бути умовно поділені на три групи, пов'язані відповідно з: особистою мотивацією (інтереси та схильності); темпераментом (емоційністю) і, власне, розумовими здібностями. Характеристика останніх становить особливих інтерес.

Вміння побачити незвичайне у звичайному і, навпаки, невідоме у відомому називають *здатністю до нового погляду* у пошуках вирішення проблем. Це якість мислення, що особливо проявляється, мабуть, у вчених, винахідників, дослідників, художників.

Здатність до згортання інформації, інакше кажучи, до заміни низки понять одним узагальнюючим. Ця риса дуже важлива для тих, хто працює з великими масивами інформації (наприклад, для керівника, дослідника).

Близька до цієї здатності і *цілісність сприйняття*, коли людина сприймає дійсність цілком, а не подрібнює її на окремі частини. Вміння розпізнати подібні образи в цілому, незважаючи на їхні індивідуальні риси, – одна з найважливіших якостей творчої особистості.

Під *звучкістю мислення* розуміють здатність легко й швидко

переходити подумки від одних явищ до інших, далеких за змістом. Саме гнучкість мислення формує вміння своєчасно відмовитися від хибних трактувань та уявлень.

Боковим мисленням називають здатність до широкого розподілення уваги, мислення „навколо” проблем.

Не потребують, мабуть, докладної характеристики такі розумові здібності, як швидкість і яскравість мови, готовність пам'яті зафіксувати, а потім видати своєчасно потрібну інформацію, здатність до перенесення досвіду, оцінювання, передбачення.

Одним з аспектів творчості є її мотиваційна структура. В основі побутового винахідництва та удосконалення навиків лежать біологічні потреби, а серед соціальних потреб поштовхом до творчості може стати потяг до матеріальної вигоди, досягнення визнання, набуття високого статусу в суспільстві. *Ідеальні* ж потреби становлять прагнення до пізнання в найширшому значенні і ведуть свій родовід від потреби в інформації, властивої всьому живому, як прагнення до нового, раніше невідомого.

Найбільш відомим для творчості видом мислення є *уява*. Ця здатність повинна постійно розвиватися, стимулюватися і тренуватися, оскільки саме їй належить провідна роль у створенні нового і розвитку суспільства. Розрізняють три типи уяви:

- логічна уява виводить майбутнє із сучасного через логічні перетворення;
- критична уява базується на пошуку недосконалостей і способів їх подолання;
- творча уява народжує принципово нові ідеї, що спираються на елементи дійсності, але не мають поки що прообразів у реальності.

Протилежністю творчій уяві є психологічна інерція мислення, пов'язана з підсвідомим намаганням діяти у згоді з попереднім досвідом і знаннями, з використанням стандартних методів, впливом авторитетів, страхом перед невдачею, опором критиці, надто високою самокритичністю та іншими внутрішніми бар'єрами. Однак у творчій людини зазвичай таких бар'єрів менше, а з тими, що є, допомагають

боротися специфічні якості особистості. Творці також, як правило, мають вищий інтелект (який можна визначити за тестами, що оцінюють загальний розумовий розвиток і рівень спеціальних знань), вміють зосередитись і довго утримувати увагу на одному питанні, готові до ризику в прийнятті рішення, сприйнятливі не тільки до нового, а й до смішного, парадоксального. Для творчої особистості характерні і потяг до самоствердження, захопленість роботою, прагнення у всьому дійти до суті. Але головна риса творця – сміливість розуму і духу.

Наукове пізнання згідно з сучасною методологією, відбувається у відповідності до алгоритму: парадигма – парадокс – нова парадигма.

Парадигма – система наукових поглядів, ідей, наукових досягнень в тій або іншій галузі науки, у відповідності з якими і відбувається розвиток науки.

Появу парадоксу в науці пов'язують з новими науковими фактами і новими науковими результатами, які змушують здійснювати перехід від однієї парадигми до іншої.

Парадокс – протиріччя, яке виникає в теорії при дотримуванні в ній прийнятої правильності суджень і міркувань.

Поява парадоксу обумовлює (викликає) кризи парадигми. Прикладом парадоксу у фізиці є визнання науковцями подвійної природи світла – корпускулярної і хвильової. Слід зауважити, що перехід від однієї до іншої парадигми носить характер революційного стрибка.

Одночасно зауважимо, що наявність парадигми дає науці „здоровий” консерватизм, а виявлення парадокса і народження нової парадигми носить творчий, революційний характер.

Процес пізнання нерідко розуміють як рух людської думки від незнання до знання. У відповідності з цим процес пізнання має двоконтурну структуру: емпіричні і теоретичні знання, які існують у тісній взаємодії та взаємозумовленості (рис 2.1).

При цьому діалектика процесу пізнання полягає в протиріччі

між умовністю і малим обсягом наших знань про явища і процеси і безмежною складністю об'єктивної дійсності. Пізнання відбувається при наявності і взаємодії суб'єкта і об'єкта, результатом якого виступає нове знання про об'єктивну дійсність (явища, процеси).

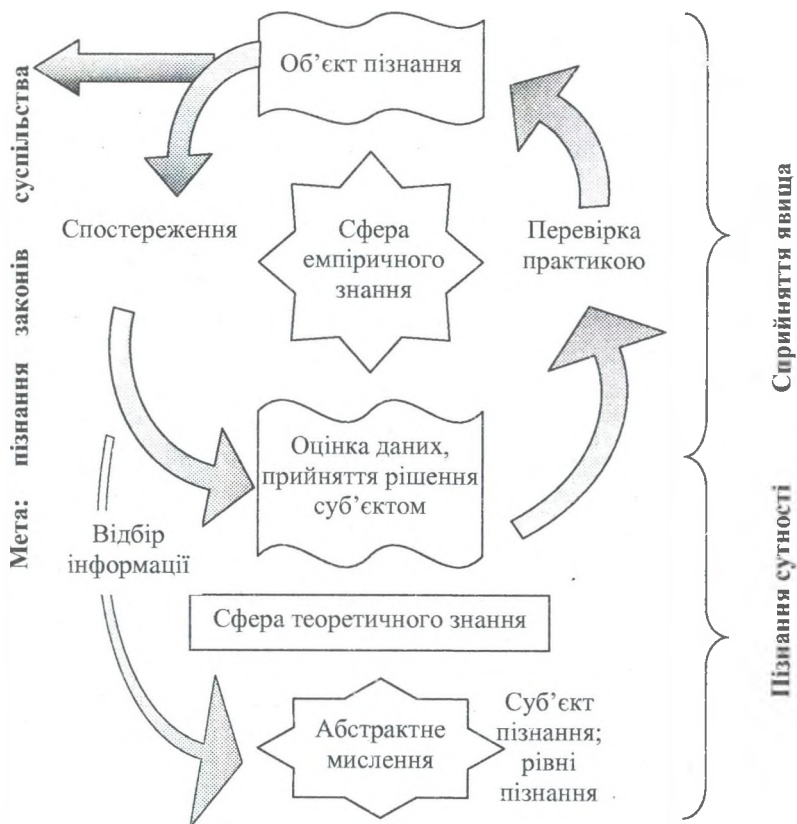


Рис. 2.1. Двоконтурна структура процесу пізнання

Таким чином, наукове пізнання покликане розкривати сутність явищ, закони їх існування і розвитку та розробляти для практики можливості, шляхи і способи впливу на ці явища.

2.3. Основні положення теорії пізнання

Теорія пізнання (гносеологія) — це вчення про закономірності процесу пізнання навколишнього світу, методи й форми цього процесу, про істину, а також критерії та умови її достовірності. Із дисципліни “Філософія” можна довідатись про боротьбу матеріалістичного напрямку теорії пізнання з ідеалістичним (Г. Гегель, Д. Берклі, махісти та ін.).

Пізнання будь-якого предмета починається з його безпосереднього огляду, а далі досліджуваний предмет уявно розчленовується на складові частини, тобто аналізується.

Аналіз — найважливіший етап процесу пізнання, оскільки завдяки йому вдається вивчати будову об'єкта, його структуру, відокремлювати суттєве від другорядного, пізнавати частини об'єкта як елементи цілого. Цілісне відтворення проаналізованого об'єкта відбувається в процесі *синтезу*, наступного ступеня пізнання. Саме із синтезу починається система мислення.

Всебічно розглядаючи процес пізнання, велика увага приділяється *практиці як критерію істини*, наголошуючи, що практика є, по суті, основним стимулом до пізнавальної діяльності. У результаті живого споглядання предмета чи явища дослідник установлює окремі факти чи отримує дослідні дані. Далі за допомогою відчуттів, сприймань та уявлень створюються поняття про явища й об'єкти, які набувають форми знань про них. На основі почуттів людина створює чуттєво-конкретний цілісний образ речей і встановлює безпосередній взаємозв'язок між свідомістю та зовнішнім світом. Основною формою чуттєвого пізнання є уявлення, тобто відтворення образу предмета, що вивчається.

Безпосереднє спостереження може відбуватися як у вигляді експерименту із застосуванням спеціальних приладів, так і за допомогою логічного мислення. Воно служить базою для наступного ступеня пізнання, який називається абстрактно-теоретичним. На цьому етапі дослідник, використовуючи аналіз і синтез спостережуваних явищ або предметів, проводить систематизацію, узагальнення та пояснення отриманих раніше фактів, тобто виникає

рух від явищ до суті, від чуттєвих сприймань до загальних законів природи та суспільства.

Етап абстрактного мислення характеризується тим, що широко використовується математичний апарат і логічні розумові висновки, у результаті чого можна зазирнути у ще невідомі людині галузі, зробити важливі наукові відкриття чи отримати дуже цікаві практичні результати.

Порівнюючи теоретичні дані з практикою, робляться висновки про достовірність отриманих результатів, галузі їх використання та необхідність тих чи інших корегувань.

Якщо йдеться про природничі та технічні науки, то практика, як тип, часто виступає експериментальною перевіркою отриманих теоретичних результатів на моделях чи натурних об'єктах.

2.4. Методологічні основи наукових досліджень

Як відомо, методологія наукових досліджень передбачає цілеспрямовану діяльність з розвитку наукового пізнання дійсності, яка регулюється нормами і правилами. Розрізняють три рівні методології наукового пізнання.

Першим, найвищим рівнем виступає філософський рівень наукового пізнання. На філософському рівні наукові пізнання розглядаються як елемент широкої системи – пізнавальної діяльності людини по відношенню до об'єктивного світу. На цьому рівні методології загальнонауковим поняттям є: об'єктивність світу; матеріалістична діалектика. Основним призначенням філософського рівня методології є формування світогляду людини.

Другий – технологічний рівень методології визначає критерії науковості, розробляє мову науки, загальні методи досліджень. На цьому рівні об'єкт дослідження (система) розглядається як набір окремих елементів (підсистем), які через спрощення більш зручні для пізнання. Ці елементи об'єкта (підсистеми) складають предмет дослідження.

Третій рівень методології вважається технічним. На цьому рівні розробляються стандарти, типові методики, керівні документи,

інструкції, настанови, які регламентують дослідницьку діяльність і дослідно-конструкторські розробки. На третьому рівні здійснюють вибір зразків, еталонів вимірювань, а також вибір системи одиниць.

Таким чином, методологію слід розуміти як вчення про систему наукових принципів, форм і способів дослідницької діяльності.

Нині виділяють філософську, загальнонаукову та конкретно наукову методологію.

Фундаментальна (філософська) методологія виконує два типи функцій. По-перше, вона виявляє смисл наукової діяльності та її взаємозв'язки з іншими формами діяльності. По-друге, філософська методологія вирішує завдання оптимізації власне наукової діяльності. Одночасно фундаментальна методологія базується на принципах:

- діалектики, які відбивають взаємозумовлений і суперечливий розвиток явищ і процесів дійсності;
- детермінізму як об'єктивної причинної зумовленості явищ і процесів;
- ізоморфізму, відношень об'єктів, відбивають тотожність їх потреби.

При цьому слід мати на увазі, що змістовна інтерпретація цих принципів суттєво відрізняється відповідно до специфіки досліджуваних об'єктів. Наприклад, поняття ізоморфізму у фізиці, математиці, біології, екології і мовознавстві буде суттєво відрізнятися.

Фундаментальна методологія визначає, як правило, загальний підхід до вивчення проблеми і забезпечує вирішення отриманих завдань.

Загальнонаукова методологія використовується у переважній більшості наук. До загальнонаукових принципів досліджень належать: історичний, термінологічний, функціональний, системний, когнітивний (пізнавальний), моделювання.

Історичний принцип дозволяє дослідити виникнення, формування і розвиток процесів, подій у хронологічній послідовності з метою виявлення глибинних внутрішніх і різноманітних зовнішніх зв'язків, закономірностей та суперечностей. Суть його полягає в тому, що перш ніж вивчити сучасний стан об'єкта, необхідно вивчити його генезис та розвиток.

Термінологічний принцип передбачає вивчення історії термінів і позначуваних ними понять, встановлення взаємозв'язку і субординації понять, їх місця в понятійному апараті теорії.

Пізнавальний, або когнітивний принцип застосовується у вивченні динаміки науки та її співвідношення з суспільством, а також в обґрунтуванні провідного значення знання в поведінці індивіда. У центрі досліджуваних проблем знаходиться людина як особа, комунікант, психологічний суб'єкт, представник етносу, член соціуму.

Моделювання застосовується для відтворення характеристик об'єкта дослідження на іншому об'єкті, створеному для її вивчення. Створений об'єкт, власне, і називають моделлю.

Модель – уявна або матеріальна система, яка, відображаючи або відтворюючи об'єкт дослідження, може замінити його так, що її вивчення дасть нову інформацію про цей об'єкт.

За допомогою моделювання вивчаються ті процеси і явища, які не піддаються безпосередньому вивченню. Модель заміняє об'єкт і є його аналогом за властивостями, структурою, зв'язками, функціями. Виділяють два типи моделей: предметні і знакові (матеріальні та ідеальні). В свою чергу предметні моделі бувають натурні (зменшені копії) та електронні. Знакові моделі поділяються на два класи: образно-знакові (аеро- фото- і космічні знімки і карти) і формально-знакові (статистичні, математичні, абстрактно-логічні тощо). У процесі дослідження місце моделі може бути визначене за наступною схемою (рис. 2.2).

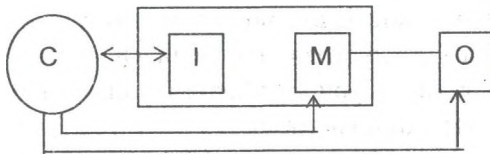


Рис. 2.2. Схема процесу дослідження: С – суб'єкт дослідження (науковий колектив); І – інструментарій дослідження; М – модель; О – об'єкт дослідження (система)

Метод моделювання має наступну структуру: постановка завдання; створення чи вибір моделі (визначення аналога); дослідження моделі; перенесення значення (екстраполяція) з моделі на об'єкт дослідження. Алгоритм здійснюється за принципом: якщо встановлено, що модель (М) і об'єкт (О) мають властивості а, b, с, і встановлено, що М має ще і властивості d, то вважається, що і О має властивості d.

Системний принцип застосовується при комплексному дослідженні великих і складних об'єктів (систем), дослідженні їх як єдиного цілого з узгодженням функціонування всіх елементів і частин. Система при цьому визначається як цілісність, яка становить єдність закономірно розташованих і взаємопов'язаних частин (рис. 2.3).

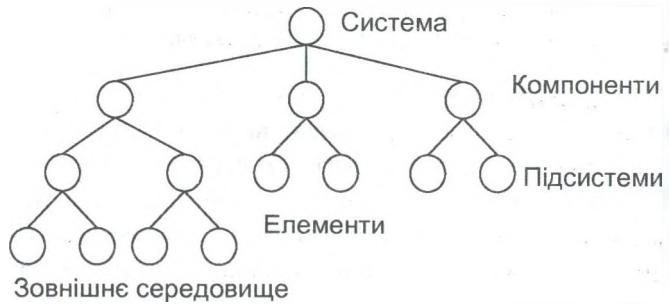


Рис. 2.3. Схематичне зображення системи

Із рисунка видно, що основними ознаками системи є наявність:

- елементів (з яких вона складається);
- підсистем (результатів взаємодії елементів);
- компонентів (результатів взаємодії підсистем);
- внутрішньої структури зв'язків між цими компонентами, а також іншими компонентами;
- певного рівня цілісності, ознакою якої є те, що система завдяки взаємодії компонентів одержує інтегральний результат;
- системоутворюючих зв'язків, які об'єднують компоненти і підсистеми як частини в єдину систему;
- зв'язок з іншими системами зовнішнього середовища.

Для системи характерні цілісність, структурність, функціональність, взаємозв'язок із зовнішнім середовищем, ієрархічність, цілеспрямованість, самоорганізація. На підставі цих характеристик були сформульовані методологічні принципи, які забезпечують системну спрямованість дослідження об'єктів (систем).

Розрізняють декілька типів систем, а саме: одно- і багатофункціональні, матеріальні і ідеальні, відкриті і закриті, невеликі і великі, прості і складні, статичні і динамічні, детерміновані і стохастичні (імовірнісні), цілеспрямовані і ненаправлені, регульовані і нерегульовані та інші.

У межах системного принципу розрізняють наступні підходи: структурно-функціональний; системно-діяльнісний; системно-генетичний.

Сутність структурно-функціонального підходу полягає у виділенні в системних об'єктах (системах) її складових (елементів, підсистем, компонентів) і визначенні їхньої ролі (функцій) в об'єкті або системі. Зазначимо, що кожен структурний елемент виконує свої специфічні функції, які „працюють” на загальносистемні функції. Структура характеризує систему в статичі, функції – у динаміці. Між структурою і функцією системи існує певна залежність.

У межах структурно-функціонального підходу досліджують наступні структури системи:

- сутнісно-функціональну (виявляє субстанційні елементи, підсистеми та компоненти системи, їх сутнісні зв'язки та основні функції);

- функціонально-генетичну (розкриває внутрішні закономірності розвитку і функціонування системи – від простого до складного, від нижчого до вищого, від генетично вихідного до генетично похідного);

- функціонально-логічну (виявляє логічно можливі відношення між функціями системи: відношення переваги, домінування; відношення рівнозначності, або еквівалентності; відношення сполучення тощо).

У більшості випадків результатом структурно-функціонального підходу є створення в дослідженні систем моделей типу: описових, математичних, графічних.

На сучасному етапі розвитку науки набуває широкого застосування так званий системно-діяльнісний підхід. Цей підхід, поперше, вказує на певний компонентний склад людської діяльності за схемою: потреба – суб'єкт – об'єкт – процеси – умови – результат. По-друге, створює можливість комплексно дослідити будь-яку сферу діяльності людини.

Діяльнісний підхід застосовується для дослідження предметної діяльності людини, групи людей або соціуму в цілому. При цьому діяльність людини може розглядатися у загальному значенні цього слова, тобто як динамічна система взаємодії людини із зовнішнім середовищем, а також у більш вузькому розумінні – як специфічна професійна, наукова, навчальна форма активності людини, у якій вона досягає визначених цілей. Слід відмітити, що у процесі діяльності людина виступає як суб'єкт діяльності, а її дії спрямовані на зміни об'єкта у процесі діяльності. Завдання діяльності – це потреба, яка виникає за певних умов і вирішення якої потребує певних дій. Вона може бути реалізована завдяки визначеній структурі діяльності, до якої належать: предмет діяльності; засіб діяльності; процедури діяльності; продукт діяльності.

Зазначимо, що наведені системоутворювальні компоненти характерні для будь-якої діяльності людини – як фізичної, так і інтелектуальної.

Синергетичний (синергійний) підхід застосовується в дослідженні процесів самоорганізації та становлення нових упорядкованих структур (систем різної природи: фізичних, біологічних, соціальних, когнітивних, інформаційних і екологічних). Предметом дослідження синергетики є механізми спонтанного формування і збереження складних систем і в першу тих, які перебувають у стані стійкої нерівноваги із зовнішнім середовищем. У сферу його вивчення потрапляють нелінійні ефекти еволюції систем будь-якого типу, кризи і біфуркації – нестійкої фази існування, які передбачають велику кількість сценаріїв подальшого їх розвитку.

Синергетичний підхід призначений для дослідження складно організованих систем, які мають нелінійний характер розвитку. Ідея

нелінійності включає багатоваріантність, альтернативність шляхів еволюції та її незворотність.

За допомогою цього підходу вивчають дисипативні (нестійкі, слабоорганізовані) складні системи. Суть теорії нестабільності полягає в тому, що стан нерівноваги системи спричиняє порядок і безпорядок, які тісно пов'язані один з одним. Час стає невід'ємною константою еволюції, оскільки в нелінійних системах у будь-який момент може виникнути новий тип рішення, який не зводиться до попереднього.

Інструментарій синергетичного підходу дає змогу визначити, що:

- складноорганізованим системам неможливо нав'язати напрями і шляхи розвитку, можливо лише сприяти (через слабкі впливи) процесу самоорганізації;
- неможливо досягти одночасного поліпшення відразу всіх важливих показників системи;
- при кількох станах рівноваги еволюційний розвиток системи відбувається при лінійному зростанні ентропії (невизначеності ситуації);
- для складних систем існують декілька альтернативних шляхів розвитку;
- кожний елемент системи несе інформацію про результат майбутньої взаємодії з іншими елементами;
- складна нелінійна система в процесі розвитку проходить через критичні точки (точки біфуркації), в яких відбувається розгалуження системи через вибір одного з рівнозначних напрямів її подальшої самоорганізації;
- управляти розвитком складних систем можливо лише в точках їх біфуркації за допомогою легких поштовхів, сума яких має бути достатньою для появи резонансу – достатньої амплітуди коливань як усередині системи, так і відносно впливів зовнішнього середовища. Тобто чим меншою є сума впливів на більший об'єкт або процес у момент біфуркації складно організованої системи, тим більшим є кінцевий синергетичний ефект.

Слід звернути увагу на те, що для ефективного використання

синергетичного підходу необхідно:

- виділити та охарактеризувати (у поняттях формальної логіки) складну систему або процес, які потребують синергетичного впливу;
- дослідити стратегію її розвитку, описати можливі рівні її свободи, тобто рівноможливі напрями і шляхи її розвитку;
- здійснити факторний аналіз можливих шляхів її самореалізації;
- визначити мету або бажаний результат (у яких конкретно аспектах необхідно змінити стан даної системи);
- розробити номенклатуру (перелік) слабких впливів, що сприятимуть самоорганізації хаотичної системи, а також тактику їх застосування;
- правильно визначити критичний момент біфуркації досліджуваної системи.

Доцільним є застосування синергетичного підходу до аналізу самоорганізації соціальних систем, узгодження їхніх рушійних сил – мотиваційних спрямованостей соціальних об'єктів на основі певних духовних та культурних цінностей задля досягнення екологічної рівноваги між соціоантропосферою та біосферою планети, котрі разом утворюють цілісну систему.

Синергетичний підхід може бути також застосованим при вивченні соціо-економіко-екологічних систем населених пунктів, регіонів, особливо в тій частині досліджень, які стосуються встановлення моменту проходження системою критичної точки (біфуркації), а, відповідно, і встановленні напрямів її подальшої самоорганізації.

Найбільш доцільним може бути застосування синергетичного підходу до аналізу самоорганізації соціо-економіко-екологічних систем, узгодження їхніх рушійних сил – мотиваційних спрямованостей соціальних об'єктів на основі певних духовних і культурних цінностей задля досягнення стійкого розвитку цієї системи.

Відносно новим загальнонауковим методом досліджень є *інформаційний підхід*, який полягає в тому, що при вивченні будь-якого об'єкта (системи), процесу чи явища в природі або суспільстві

перш за все виявляють найхарактерніші для нього інформаційні аспекти. В основу цього підходу покладений принцип інформаційності, згідно з яким:

- інформація є універсальною і фундаментальною категорією;
- процеси і явища мають інформаційну основу;
- інформація є носієм смислу (змісту) всіх процесів, що відбуваються в системах мають інформаційний характер.

Для вчених, науковців інформаційна діяльність є невід'ємною складовою творчого процесу, одним з основних елементів наукового дослідження та засобів досягнення мети і завдань наукового дослідження, забезпечення достовірності його наукових положень, висновків і рекомендацій.

Таким чином, інформаційний підхід дає змогу досліджувати об'єкти (системи), процеси та явища з інформаційного погляду, а відтак виявляти нові якості, важливі для розуміння їх сутності та можливих напрямків розвитку на основі знання загальних властивостей та закономірностей інформаційних процесів.

Такими є основні загальнонаукові принципи пізнавальної діяльності людини.

Для вирішення специфічних завдань у будь-якій сфері науки використовуються спеціальні методи дослідження, засновані на загальнонаукових методах.

Конкретнонаукова (частковонаукова) методологія – сукупність ідей або специфічних методів певної науки, які є базою для розв'язання конкретної дослідницької проблеми; це наукові концепції, на які спирається даний дослідник.

Конкретнонаукова методологія базується на загальновизнаних концепціях провідних вчених у певній галузі науки, а також тих дослідників, досягнення яких є загальновизнаними.

Концепція – це система поглядів, система опису певного предмета або явища стосовно його побудови, функціонування, що сприяє його розумінню, тлумаченню, вивченню головних ідей.

Концепція має надзвичайне значення, оскільки є єдиним,

визначальним задумом, головною ідеєю наукового дослідження.

Пошук методологічних основ дослідження здійснюється за наступними напрямками:

- вивчення наукових праць відомих учених, які застосовували загальнонаукову методологію для вивчення конкретної галузі науки;
- аналіз наукових праць провідних учених, які одночасно із загальними проблемами своєї галузі досліджували питання іншої спорідненої галузі;
- узагальнення ідей науковців, які безпосередньо вивчали певну проблему;
- проведення досліджень специфічних підходів для вирішення певної проблеми професіоналами-практиками, які не лише розробили, а й реалізували на практиці свої ідеї;
- аналіз концепцій у певній сфері наукової і практичної діяльності українських учених і практиків;
- вивчення наукових праць зарубіжних учених і практиків.

Таким чином, виходячи з методологічних основ наукового дослідження, необхідно чітко відповісти на питання про: передбачувану провідну наукову ідею, сутність явища (об'єкта, предмета дослідження), суперечності, що виникають у процесі чи явищі, стадії, етапи розвитку (або тенденції). Це і становить наукову концепцію дослідження.

Вибір методології, принципів і методів визначається метою дослідження і характером об'єкта вивчення.

2.5. Основні принципи науки

Наука ґрунтується на таких *принципах*:

- об'єктивності аналізу явищ і процесів;
- загального зв'язку;
- загального розвитку;
- суперечності;
- заперечення.

1. *Об'єктивність аналізу* – основа будь-якого наукового дослідження. Нехтування принципом об'єктивності може призвести вченого до спотворення реальної картини досліджуваного процесу, до грубих помилок у висновках.

2. *Принцип загального зв'язку* впливає з основного положення філософії про матеріальну єдність навколишнього світу, де існує нескінченна множина всіляких зв'язків між предметами та явищами, котрі можуть виявлятися як безпосередньо, так і опосередковано, через безліч проміжних ланок. Ці зв'язки можуть бути випадковими, закономірними, зовнішніми, причинними чи функціональними, за змістом чи формою тощо. При цьому такі зв'язки можна простежити на прикладі взаємодії між природничими науками та філософією. На основі філософського принципу загального зв'язку формується загальний методологічний принцип науки, згідно з яким, щоб справді пізнати досліджуваний предмет чи явище, необхідно охопити та вивчити всі його сторони і зв'язки як внутрішні, так і зовнішні. Якщо знехтувати цим принципом, можна прийти до софістики, тобто до абсолютизації та вихоплювання окремих сторін або явищ, або до еkleктики – неправомірного поєднання різнорідних і внутрішньо не пов'язаних між собою сторін предмета.

3. *Принцип загального розвитку* легко продемонструвати, спостерігаючи в навколишньому світі приклади різноманітних змін, трансформації, переходів з одного стану в інший. Безперервно виникає щось нове в усіх явищах природи та суспільства, духовному житті людини. Перебіг багатьох процесів відбувається від простого до складного, від нижчого до вищого, за висхідною лінією. Водночас бувають і зворотні процеси, коли події відбуваються за низхідною лінією. Такі процеси є по суті регресивними. Все сказане можна проілюструвати численними прикладами процесів, що відбуваються в мікро- та макросвіті, у людському суспільстві. У мікросвіті – це перегворення елементарних часток матерії та виникнення нових складних мікрооб'єктів (нові атомні ядра, самі атоми тощо), у макросвіті – утворення нових хімічних елементів, у космосі – формування нових планетних систем, зірок, галактик тощо.

4. *Принцип діалектичної суперечності* ґрунтується на законі єдності та боротьби протилежностей, який полягає в тому, що між різними сторонами предмета чи явища є не тільки протилежності й взаємні винятки, а між ними існує і єдність. У наукових дослідженнях цей принцип полягає в тому, що дослідник не тільки повинен знаходити протилежні взаємовиключні сторони, але й установлювати такі їх відношення, зв'язки та форми, при яких ці протилежності є єдиними. Вирішення цього завдання і є розв'язанням тієї чи іншої наукової проблеми, новим кроком науки вперед. Протилежності не тільки існують, а й перебувають у стані суперечності, постійної боротьби між собою. Ця боротьба і є внутрішнім джерелом розвитку дійсності. У цьому розумінні єдність протилежностей завжди умовна, тимчасова, відносна, а їх боротьба – абсолютна. Під час проведення досліджень не можна протиставляти протилежності одна одній, перебільшуючи значення одних за рахунок інших, або розглядати їх як щось стале. Треба проводити дослідження доти, поки в результаті аналізу не буде знайдено проміжну сторону, яку можна визнати “як за ту, так і за іншу”, через яку протилежності неначе перетворюються одна в одну.

5. *Принцип діалектичного заперечення* базується на загальному законі заперечення. При цьому заперечення попереднього є не абсолютним, а лише відносним, чим і забезпечується спіралеподібний розвиток процесів і явищ у природі та суспільстві. Саме цей принцип пояснює нескінченне виникнення одних якісних станів і знищення інших. Заперечення вже припускає нову можливість подальшого розвитку та нового заперечення. Цей принцип показує, що між кількісними та якісними сторонами предмета чи явища існує тісний взаємозв'язок. І для того, щоб всебічно вивчити якийсь предмет чи якість, необхідно досліджувати не тільки його якісні, але й кількісні характеристики. Останні можна знайти (виміряти), наприклад, на основі математичних методів дослідження. Що це справді так, можна простежити на прикладі розвитку будь-якої науки, результати якої тим вагоміші, чим вищий рівень її математизації. Однак практика показує, що вивченню кількісної сторони предмета чи явища має передувати вивчення його якісних

характеристик, тобто в певному розумінні якісний аналіз є неначе первинним, а кількісний – вторинним. Визначальним тут є загальний закон переходу кількості в якість, який показує, що нагромадження окремих кількісних змін у предметах чи явищах спричиняється врешті-решт до їх якісних змін.

2.6. Проблематика наукових досліджень

У науково-дослідній роботі розрізняють:

- напрямок;
- проблему;
- тему.

Науковий напрямок – це сфера наукових досліджень наукового колективу, що присвячені розв’язанню певних значних, фундаментальних або прикладних, теоретично-експериментальних проблем у даній галузі знань або людської діяльності (наприклад, науковий напрямок – спектрофотометрія неоднорідних середовищ, коли закон Бугера значно ускладнюється завдяки появі ефектів розсіювання, у зв’язку з чим виникає багато наукових проблем).

Структурними категоріями наукового напрямку є:

- проблема;
- тематика;
- питання.

Наукова проблема – це сукупність завдань, які охоплюють значне коло досліджень і мають перспективне значення чи економічний або соціальний ефект (наприклад, у вищезазначеному науковому напрямку є проблема врахування розсіювальних ефектів, у результаті чого значно ускладнюється визначення чи вимірювання точних значень оптичних параметрів часток, що зумовлюють розсіяння. Ця проблема може бути вирішена експериментально завдяки, наприклад, внесенню у вимірювальну систему інтегрувальної сфери, в якій реалізується закон збереження випромінювання:

$$R + \alpha + \sigma + T = 1.$$

При цьому вимірявши R , α і T знаходимо, власне σ яке і вносить спотворення у вимірювану інформацію).

Проблема вирішується, завдання – розв’язуються.

Щоб вирішити проблему або розв’язати завдання, треба сформулювати і виконати наукові роботи з теми, дати відповідь на певні наукові питання, що виникають у ході наукової роботи або на етапі постановки завдання досліджень.

Під **науковим питанням** розуміють конкретні наукові завдання, що належать до вузької сфери наукових досліджень.

Постановка **теми** включає ряд етапів:

- вибір і формулювання теми;
- встановлення актуальності (тобто її цінності або своєчасності, або корисності на даному етапі);
- прогнозування очікуваного результату;
- розроблення структури наукової теми і визначення конкретних наукових питань, які потрібно дослідити.

Тему і наукову проблематику обговорюють на засіданні наукового колективу з опонентами в процесі дискусії.

Тема повинна розв’язувати нове наукове завдання, тобто таке, яке до цього часу ніколи не розроблялось, або не повторювало вже відомих істин.

Завдання є наукові, а є інженерні. Наукові завдання – це такі, які знаходять принципову новизну в явищах і процесах і які є ще невирішеними. Інженерні завдання спрямовані на практичну реалізацію та удосконалення існуючих способів, приладів, методів і т.і.

Тема повинна відповідати профілю наукового колективу, який має достатню компетентність, спеціалізацію, традиції, досвід, теоретичний рівень в розв’язанні тих чи інших наукових завдань.

Науковий напрямок очолює досвідчений керівник - науковець. Наукову проблему вирішує, як правило, колектив під керівництвом доктора наук. Наукове завдання розв’язують кандидати наук. Конкретні завдання або питання розв’язують виконавці, в тому числі наукові працівники, інженерний склад і студенти.

2.7. Особливості інформаційного пошуку

Важливим етапом будь-якого наукового дослідження є глибокий інформаційний пошук за даною темою, критичне усвідомлення його результатів, уточнення завдань дослідження (а, можливо, й самої теми).

Інформаційний пошук включає в себе надходження й одержання джерел інформації, які відбивають результати вже проведених раніше досліджень за даною тематикою, систематизують та узагальнюють їх, містять усі потрібні висновки.

Досліднику-початківцю треба мати на увазі, що інформаційний пошук – справа нелегка. Потoki інформації зростають так інтенсивно, що кажуть навіть про інформаційний вибух! Справді, за даними ЮНЕСКО, на початку XIX ст. в усьому світі виходило близько 100 періодичних видань. Уже до 1850 р. їх кількість збільшилась до 1000, до 1900 року – перевищила 10000, а в наш час наближається до 500000. Крім того, безперервно збільшується кількість статей у журналах; зараз щорічно їх публікується близько 3000000. Що ж до книжок, то тільки за останні 25 років їх надруковано стільки, скільки було видано за всі попередні 500 років. Взагалі, річний приріст потоку науково-технічної інформації становить 7-10%, а кожні 15 років обсяг цієї інформації подвоюється. У нашій країні існує Національна система науково-технічної інформації (НСНТІ), яка складається з цілої низки науково-дослідних інститутів, а також центральних галузевих і республіканських центрів науково-технічної та економічної інформації і регіональних центрів науково-технічної та економічної інформації. Існує також понад 3000 науково-технічних бібліотек, які виконують роль центрів науково-дослідної інформації.

Розрізняють такі *джерела науково-технічної інформації*:

1. Книги (підручники, навчальні посібники, монографії, брошури);
2. Періодичні видання (журнали, бюлетені, збірники праць інститутів, наукові збірники);
3. Нормативні документи (стандарти, СНіП, технічні умови, інструкції тощо);
4. Каталоги і преїскуранти;

5. Патентна документація (патенти та свідоцтва);
6. Звіти про науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи;
7. Інформаційні видання (збірники НТІ, аналітичні огляди);
8. Інформаційні листки, виставкові проспекти тощо;
9. Переклади іноземної науково-технічної літератури;
10. Матеріали науково-технічних і виробничих конференцій та семінарів;
11. Дисертації та автореферати дисертацій;
12. Другорядні документи (реферативні огляди, бібліографічні каталоги, реферативні журнали, бібліографічні покажчики тощо).

Збирання, збереження та видачу інформації здійснюють довідково-інформаційні фонди (ДІФ). В Україні є центральні, галузеві і місцеві (у НДІ, ВНЗ) ДІФ. У кожному ДІФ є основний і довідковий фонд.

1. **Основний фонд** (книги, журнали, звіти, переклади тощо) розміщується на полицях в алфавітному порядку за видами інформації. Дисертації, звіти, проектні матеріали й інші громіздкі матеріали мікрофільмуються зі зменшенням у 200 разів.

2. **Довідковий фонд** представлений в основному в бібліографічних та реферативних картках, які зберігаються в каталожних висувних шухлядах. Він містить головну картотеку, де вказані всі надруковані та ненадруковані документи, що є в ДІФ, а також каталоги та картки.

За алфавітним каталогом можна знайти будь-яку потрібну для дослідника інформацію за прізвищем автора, редактора чи назвою першоджерела. За систематичним каталогом можна знайти інформацію з будь-якої потрібної галузі знань (екології, педагогіки, психології тощо). У реєстраційній картотеці періодичних видань знаходяться відомості про всі журнали, збірники, бюлетені тощо, що їх отримують та зберігає даний ДІФ.

Картотека описів винаходів налічує відомості про патенти та винаходи. Є картотека стандартів і нормативів, а також цілий ряд інших картотек інформаційних матеріалів.

Величезний обсяг фондової інформації є причиною того, що

пошук потрібної для роботи довідки є справою нелегкою.

Існують кілька видів інформаційного пошуку:

- *ручний* (за звичайними бібліографічними картками, картотеками, друкованими покажчиками);
- *механічний* (за допомогою обчислювально-перфораційних машин або мікрослайдів);
- *автоматичний* (за допомогою ЕОМ).

Для полегшення інформаційного пошуку в нашій країні прийнята уніфікована десяткова класифікація документів інформації (скорочено УДК), яка давно вже використовується за кордоном.

УДК поділяє всі галузі знань на 10 основних класів, кожен з яких, у свою чергу, поділяється на 10 підрозділів, а кожен підрозділ – ще на 10 частин.

Перша цифра в системі УДК характеризує певну галузь науки, основний клас джерела: 0 – загальний відділ; 1 – філософія; 2 – релігія, атеїзм; 3 – суспільні науки; 4 – вільний; 5 – математика, природничі науки; 6 – прикладні науки, медицина, техніка; 7 – мистецтво, прикладне мистецтво, фотографія, музика, ігри, спорт; 8 – мовознавство, філологія, художня література, літературознавство; 9 – географія, біологія, історія.

Кожна наступна цифра, яка дописується до позначення основного класу, уточнює його. Чим більше знаків в позначенні, тим детальніше розділене загальне поняття.

Як приклад використання системи УДК розглянемо позначення для навчального підручника "Основи наукових досліджень". Воно буде таким: УДК.001.8.07. Це означає: 001. – наука в цілому; 001.8 – загальна методологія, науковий аналіз і синтез; 07 – матеріали для викладання та вивчення, підручники та навчальні посібники.

Інформаційний пошук, як правило, починається з огляду реферативних журналів (РЖ) з відповідних розділів науки і техніки, де друкуються реферати, книги і статті, опис винаходів із 131 країни 66 мовами. РЖ виходять 26 серіями, в межах яких друкуються зведені томи й окремі випуски, яких нараховується 48.

Поряд з цими джерелами інформації досить корисно переглядати

бібліографічний покажчик “Депоновані рукописи”, в якому містяться відомості про ненадруковані рукописи з вузьких напрямків науки і техніки.

Для детальнішого ознайомлення з винаходами слід передивлятися реферативний журнал “Изобретения в СССР и за рубежом” і більш нові видання. Стежити за закордонними НДР дозволяють бібліографічні покажчики “Науково-технічні переклади”, “Нові закордонні книги”, “Нові книги за рубежом”. Книжкова палата є центральним сховищем українських друкованих видань. Вона проводить їх облік і реєстрацію; випускає такі оперативні видання, як “Книжковий літопис”, “Літопис періодичних видань”, “Літопис журнальних статей”, “Часопис газетних статей” тощо.

Під час опрацювання літератури необхідно добирати потрібні джерела інформації, завести картотеку на них, щоб у разі потреби можна було швидко знайти відповідну книжку чи журнал. Слід робити виписки потрібного матеріалу, які згодяться під час узагальнення проробленого матеріалу та його аналізу. Ці виписки можна розташовувати на відповідних картках або в окремих зошитах. Виписки можуть бути стислими чи поширеними (короткий зміст окремих розділів, параграфів чи сторінок, анотація, конспективний виклад найцікавіших для дослідника статей чи розділів книг).

Після добору та опрацювання джерел інформації вибрана інформація аналізується.

У процесі аналізу встановлюється актуальність і новизна намічених досліджень, підбираються підсумки останніх досягнень у вибраній галузі в Україні і за кордоном, з'ясовується технічна доцільність проведення намічених досліджень і можлива їх ефективність.

Треба мати на увазі, що коли необхідне джерело інформації відсутнє у бібліотеці ВНЗ, його можна одержати за міжбібліотечним абонементом (МБА) або замовити відповідні копії в УкрЦНТЕІ.

Важливим джерелом інформації у наш час є *Інтернет*. Попередницею Інтернет була мережа ARPAnet, розроблена Міністерством оборони США у 1969 році для того, щоб створити

надійне мережне з'єднання з підрядчиками, які виконували військові замовлення, серед яких було багато університетів. Розподілена обробка інформації у великій комп'ютерній мережі дозволяла забезпечити підвищену живучість системи, оскільки навіть при виході з ладу значної частини вузлів система залишалась працездатною. Термін "Інтернет" вперше з'явився у 1982 році після розробки міжмережних протоколів – IP (Internet Protocol). Технічно Internet реалізовано за допомогою великої кількості програмних та апаратних засобів. Значна їх частина використовує стек протоколів TCP/IP. Комп'ютер у мережі TCP/IP має адреси трьох рівнів: локальну адресу вузла, що визначається технологією, за допомогою якої побудована окрема мережа, в яку входить даний вузол; IP-адресу (складається з 4 байт, наприклад, 109.26.17.100.) та символічне ідентифікатор-ім'я, наприклад, SERV1.IBM.COM. Останні найбільш зручні для використання звичайному користувачеві. Ця адреса призначається адміністратором і складається з декількох частин, наприклад, імені машини, імені організації, імені домена. Така адреса, яку називають також DNS-ім'ям, використовується на прикладному рівні, наприклад, у протоколах FTP. DNS (Domain Name System) – це розподілена база даних, яка підтримує ієрархічну систему імен для ідентифікації вузлів у мережі Інтернет. Служба DNS призначена для автоматичного пошуку IP-адреси за відомим символічним іменем вузла. Домени вищого рівня (розміщені справа, у прикладі імені SERV1.IBM.COM – це ".COM") поділяються за організаційною та географічною ознакою (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Класифікація доменів вищого рівня

За організаційною ознакою		За географічною ознакою	
Тип	Що представляє	Код	Країна
com	комерційна фірма	eu	Європа
edu	навчальний інститут	uk	Великобританія
gov	управлінські заклади	us	США
int	міжнародна організація	ua	Україна
mil	військова організація	ru	Росія
net	мережева організація	bl	Білорусь
org	некомерційна організація	md	Молдова

Адреси абонентів електронної пошти (e-mail) мають Ean формат:
name@domen.net

Адреса складається з таких чотирьох частин:

name – це ім'я користувача. Деякі компанії допускають, щоб ім'я користувача складалося з частин, які розділені крапкою, наприклад paul.mcfdrigs;

@ – цей знак (комерційне “et”) відокремлює частину “хто” адреси (зліва від знаку @) від частини “де”(справа від знаку @);

domen – це ім'я (воно називається іменем домена) сервісної компанії, яка надає Інтернет-послуги;

net – ця частина показує, з яким типом організації ви маєте справу. Відзначимо, що domen і net відокремлюються крапкою (“dot” при читанні адреси англійською мовою).

Для пошуку інформації в Інтернет використовують пошукові системи: Google, Rambler, Яндекс та багато інших. Існують спеціалізовані програми, призначені для пошуку і сортування інформації одночасно з декількох пошукових серверів. Пошук може здійснюватись за ключовими словами та форматом представлення інформації. Для прискорення пошуку іноді вказують мову документа, дату, сегмент Інтернету тощо. Під час пошуку наукової інформації слід відзначити, що в Інтернеті, як правило, значно більше нової науково-технічної інформації англійською мовою, ніж українською чи російською, що слід враховувати при виборі ключових слів. Сучасні пошукові засоби, наприклад Google, дозволяють здійснювати пошук інформації будь-якою мовою і автоматично перекладають результат заданою користувачем мовою, наприклад, українською.

2.8. Напрямки сучасних екологічних досліджень

Науково-дослідна робота (бакалаврська, магістерська або дипломна випускові роботи) на екологічну тематику повинна бути пов'язана з аналізом впливу конкретного об'єкта антропогенної діяльності на екологічну ситуацію в даному районі (районі міста, районі області), розробкою заходів щодо її поліпшення, а також

економічних наслідків.

Теми випускових робіт формуються диференційовано:

- за типами базових промислових підприємств чи окремих технологічних ліній – тобто за типами техногенного впливу на довкілля;
- за окремими компонентами природного середовища: атмосфера, літосфера, гідросфера, біосфера;
- за напрямками вирішення екологічної проблеми та шляхами оптимізації промислових технологій чи природокористування.

За *тематикою* дипломні роботи можуть бути:

- науково-дослідна робота з екології;
- моніторинг стану, екологічна експертиза (оцінювання) об'єкта або проекту;
- розробка гранично допустимих викидів (ГДВ) підприємства, пропозицій стосовно санітарно-захисної зони, створення парків, лісопаркових господарств та інших об'єктів, які мають екологічне значення в поліпшенні стану навколишнього середовища, тощо.

Тематика кваліфікаційних робіт повинна відповідати одному з пріоритетних напрямків розвитку екології в Україні, а зміст – відображати сучасні досягнення технологій, методологій та людської думки в цілому. Виконання роботи і розкриття теми проводиться за рахунок самостійної, у т.ч. науково-дослідної роботи студентів, на основі аналізу відомих літературних і технічних даних.

Контрольні питання та завдання для самостійної роботи

1. У чому полягає сутність методології?
2. Яку роль відіграє методологія у процесі пізнання?
3. Охарактеризуйте рівні наукового пізнання.
4. Які основні принципи покладено у філософську, загальнонаукову та конкретнонаукову методології?
5. У чому полягає теорія пізнання (гносеологія)?
6. Що таке аналіз і синтез?

7. Чим відрізняється індукція від дедукції?
8. Що таке уявлення та логічне мислення?
9. У чому полягає новизна в науці?
10. Які особливості інформаційного пошуку?
11. Наведіть структуру адрес в Інтернет.
12. Які особливості пошуку інформації в Інтернет?
13. Як діє Національна система науково-технічної інформації?
14. Які існують джерела науково-технічної інформації?
15. Наведіть класифікацію каталогів.
16. Що таке уніфікована десяткова класифікація документів інформації (УДК)?
17. Яка роль реферативних журналів (РЖ)?
18. Яка роль і функції бібліотек в Україні?
19. Що таке міжнародний класифікатор винаходів (МКВ) і міжнародний патентний класифікатор (МПК)?
20. Які особливості патентного та Інтернет-пошуку?
21. Як вибирається тема наукового дослідження?
22. Що таке науковий напрямок?
23. Дайте означення наукової проблеми?
24. У чому суть наукового завдання?
25. Що таке наукове питання?
26. Які особливості Державних стандартів щодо оформлення наукових робіт (ЄСКД)?
27. Які особливості оформлення студентських наукових робіт (бакалаврських, дипломних робіт та магістерських дисертацій)?
28. Назвіть та охарактеризуйте основні наукові школи університету і напрямки досліджень Вашої випускової кафедри.
29. Назвіть основні напрямки екологічних досліджень.

Розділ III МЕТОДИ НАУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Відомо, що кожна наука, окрім загального й конкретних об'єктів, а також предмета дослідження, має свої методи пошуку і обґрунтування наукової істини. З іншого боку, загальнометодологічні та філософські принципи наукового пізнання також впливають на вибір методів конкретна наукового пізнання.

3.1. Поняття наукового методу та його основні риси

Основними засобами наукових досліджень виступають наукові методи, сукупність наукових понять тощо, які утворюють єдину систему. Вибір методів дослідження має дуже важливе значення, визначаючи значний майбутній успіх дослідження. Існує велика кількість наукових методів, які об'єднують у такі групи: теоретичні, експериментальні, загальнонаукові та методи окремих галузей наук. Методи наукової діяльності мають загальну онтологічну та гносеологічну основу, утворюючи деяку цілісність. Саме їхня єдність характеризує специфічність і цілісність пізнавальної діяльності в науці. Для здійснення ефективного дослідження у будь-якій галузі наукового пізнання використовують одночасно взаємопов'язаний набір різноманітних методів. Кожному самостійному науковому дослідженню притаманне своє різноманіття методів. При цьому під науковим методом розуміють загальноприйняте уявлення про метод як систему правил, норм, які застосовують у дослідженні для вирішення поставлених завдань та проблеми в цілому.

***Метод** – це спосіб дослідження явищ, планомірний підхід до їх вивчення, послідовність дій під час проведення наукового дослідження.*

У відповідності з цим метод наукового дослідження являє собою спосіб досягнення конкретної мети. Мета і завдання наукових досліджень у більшості випадків обумовлені духовними і

матеріальними потребами самої науки або окремого індивіда.

Серед методів наукових досліджень слід вирізнити науковий метод і метод науки. Вони виконують певні функції і насамперед – це отримання нової інформації про навколишню дійсність, опанування сутності явищ і процесів, розкриття закономірностей і законів розвитку систем, формування і функціонування об'єктів досліджень. Від вибору і застосування правильного методу наукового дослідження залежить істинність отриманого знання.

Одночасно кожен науковий метод повинен відповідати наступним вимогам:

- *детермінованості методу*, тобто обумовленості закономірностями як об'єкта, так і пізнавальної діяльності;
- *заданості методу бути метою дослідження*, тобто відповідності усіх компонентів методу меті дослідження;
- *результативності та надійності методу*, тобто наявності результату із високим ступенем вірогідності;
- *ефективності* як умові досягнення мети з мінімальними зусиллями та максимальним результатом;
- *економічності* як можливості досягнення конкретних результатів;
- *доступності* у розумінні та застосуванні.

На даному етапі розвитку науки використовується багато різноманітних методів, підходів і прийомів наукових досліджень. Нерідко вони логічно і структурно пов'язані між собою і утворюють систему. Виходячи із методології діалектичного матеріалізму, розрізняють філософські, загальнонаукові, конкретно-наукові та спеціальні методи (рис. 3.1).

Існує багато видів класифікації методів досліджень, але умовно їх можна поділити на чотири великі групи: організаційні, емпіричні, методи обробки даних, інтерпретаційні.

Дослідження починається з аналізу літератури, формулювання наукового апарату, для чого необхідно застосовувати логічні операції, складання плану роботи, тобто з використання теоретичних методів.

Далі висунуті теоретичні положення необхідно підкріпити

фактами, які добуваються за допомогою емпіричних методів, тобто їх застосовують тоді, коли виникає необхідність виявлення зв'язків та залежностей між явищами та процесами, що вивчаються.

Обробку даних проводять з використанням кількісних і якісних методів аналізу емпіричних результатів. Для вираження числових характеристик різних сторін явищ або зв'язків між ними використовують кількісні методи, до яких належать шкалування, факторний, кореляційний, регресійний аналізи та інші методи статистичної математичної обробки результатів. Методи якісної обробки емпіричних результатів застосовують у разі необхідності проведення класифікації, диференціації, категоризації на підставі заданих критеріїв.

Інтерпретаційні методи тісно пов'язані з організаційними, оскільки вони задають спосіб узагальнення і пояснення виявлених фактів та їх зв'язків.

В екології доцільно застосовувати системно-структурний метод дослідження як загальнонауковий, оскільки він включає в себе: розгляд будь-яких об'єктів з точки зору складних утворень, які мають певну структуру і є компонентами більш загальних систем; пізнання особливостей структури об'єкта; виявлення законів структурних відношень і зовнішніх зв'язків, формулювання цих законів не тільки в якісному, але й у кількісному вигляді, представлення їх у формі системи управління; знаходження системоутворюючих чинників, об'єктивних законів, які зумовлюють перехід від якостей елементів до якісно нових особливостей цілісної системи. Про системність процесів та явищ можна говорити лише за умови єдності їх внутрішніх та зовнішніх зв'язків. Система не є ізольованою, вона взаємодіє з іншими, і за певних умов вони утворюють нові, більш складні системи.

Системний аналіз має загальний, міжпредметний характер і може відноситись до утворення, розвитку, функціонування, синтезу будь-яких систем.

Наведена на рисунку 3.1 система методів дослідження використовується на різних рівнях дослідження – емпіричному (метод

аналогій, статистичний метод) й теоретичному (метод абстрагування, аксіоматико-дедуктивний метод); при переході від одного масштабу досліджень до іншого (від картографічного до методу генералізації).

Мають місце випадки, коли методи послідовно використовуються в одному і тому ж дослідженні (метод польових досліджень і моделювання). У цьому випадку дослідник спочатку отримує відповідну наукову інформацію (експериментальні дані), а після цього створює моделі за допомогою математичної обробки даних. Нерідко одні методи є формою реалізації інших, наприклад, математичний метод (метод формалізації) або картографічний метод (одна із форм методу моделювання). Поряд з цим методи наукових досліджень умовно поділяються за рівнем методологічного аналізу, характером пізнання та способом організації досліджень.

За рівнями методологічного аналізу методи наукових досліджень класифікують відповідно до наведеної схеми (рис. 3.2).

Поряд з цим метод пізнання повинен відповідати об'єкту дослідження і рівню пізнання. Нерідко дослідники помилково обирають методи дослідження, які не відповідають об'єкту дослідження. А відтак кожен метод дослідження сам має бути теоретично обґрунтованим. Початківцям у наукових дослідженнях при виборі методу слід, у першу чергу, ознайомитися з тими методами, які були апробовані при дослідженні аналогічних об'єктів. Слід звернути також увагу і на відому практику в наукових дослідженнях, коли теоретичні положення однієї науки використовуються у ролі методу в іншій науковій дисципліні.

Методи дослідження повинні також відповідати конкретним завданням досліджень та відображати специфіку явищ і процесів, що вивчаються та досліджуються.

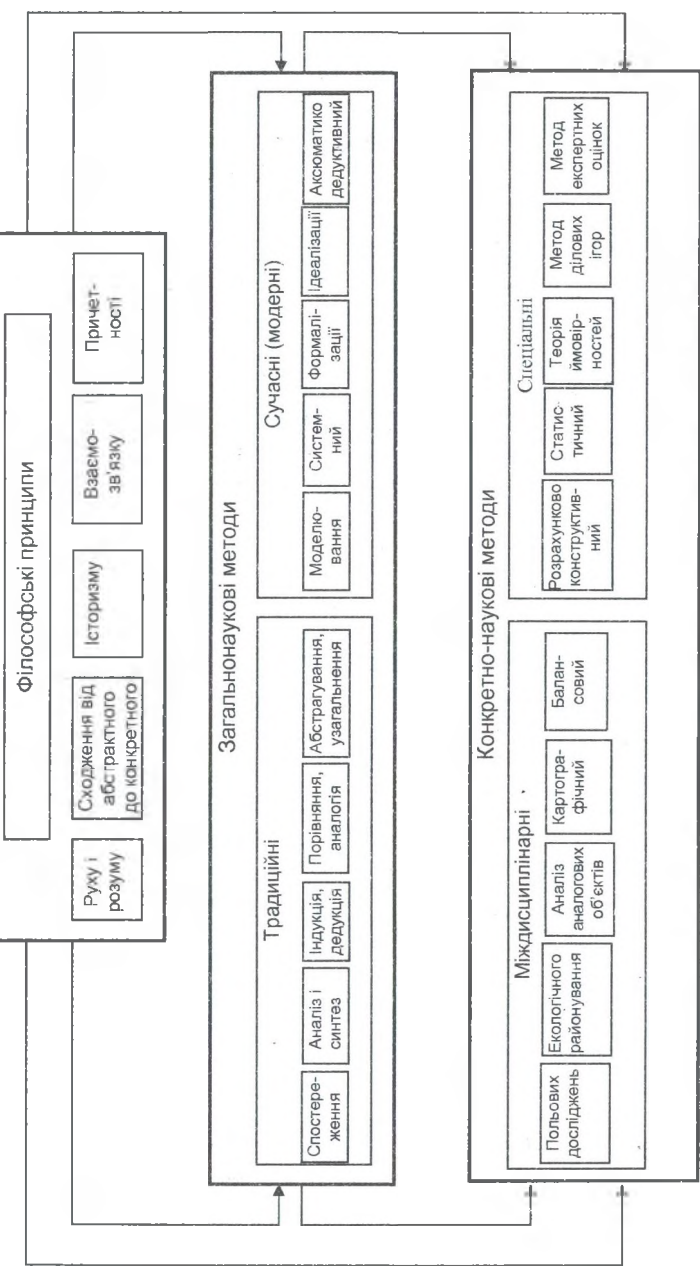


Рис 3.1. Класифікація методів досліджень (за ідеєю О. Шаблія)

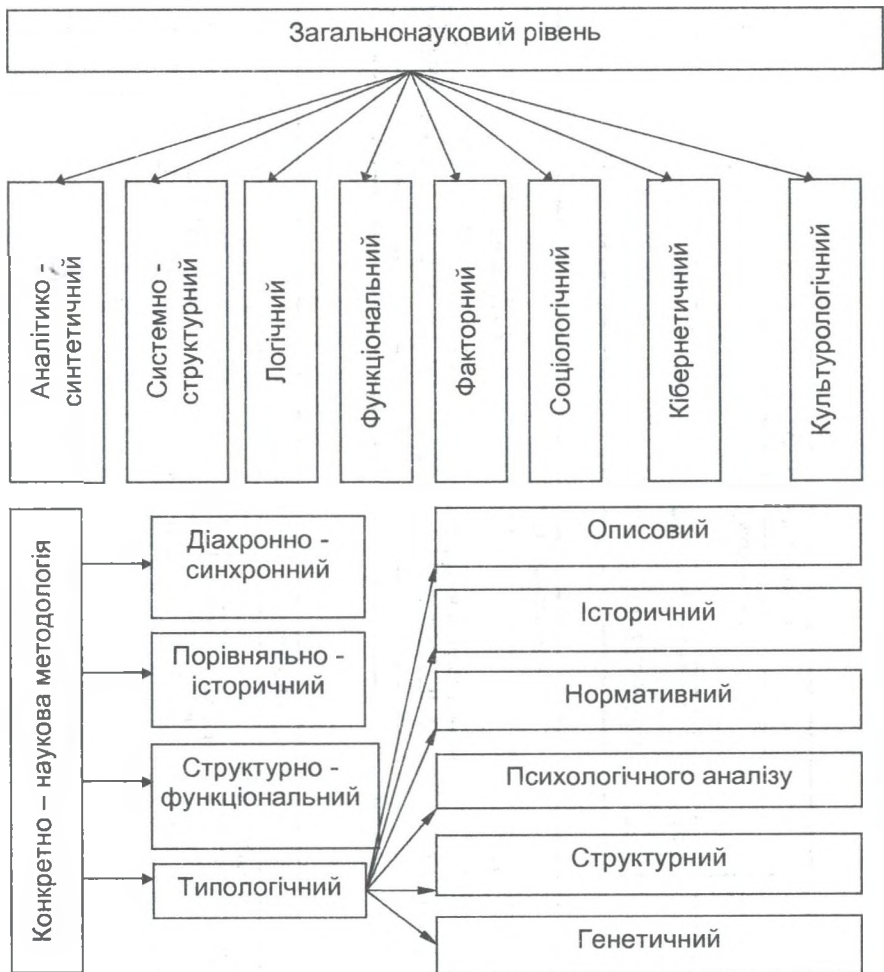


Рис. 3.2. Класифікація методів наукового дослідження за рівнем методологічного аналізу

За характером пізнавальної діяльності та в залежності від способу організації досліджень запропонована класифікація методів, яка представлена наступними схемами (рис. 3.3, 3.4).

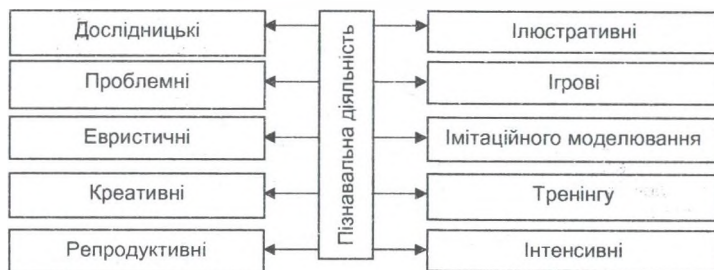


Рис. 3.3. Класифікація методів за характером пізнавальної діяльності

При цьому суть методів за способом організації дослідження полягає в наступному.

Комплексний метод дослідження розкриває структурно-функціональні зв'язки складного цілісного об'єкта, системи, процесу.

Метод кількісної обробки забезпечує отримання числових характеристик різних сторін об'єкта (системи) та зв'язок між ними.

Метод якісної обробки емпіричних даних передбачає різні прийоми класифікації, диференціації, категоризації об'єктів на основі заданих критеріїв.

Метод емпіричних досліджень – спосіб отримання наукових фактів під час спостережень, діагностування, експерименту.

Теоретичні методи дослідження виявляють зв'язки залежності між явищами, що вивчаються.

Прогностичні методи дослідження – це система правил, вимог, що спрямовують пізнавальну діяльність дослідника на встановлення об'єктивної істини.

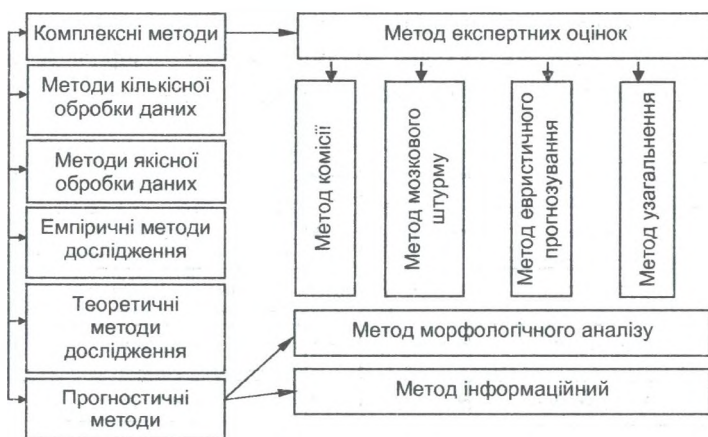


Рис. 3.4. Класифікація методів за способом організації дослідження

Сутність методів експертних оцінок (комісії, мозкового штурму, евристичного прогнозування, узагальнення) полягає в тому, що на базі думок експертів визначають об'єктивні і обґрунтовані показники, нові ідеї, їх аналізують та оцінюють, використовуючи алгоритми обробки отриманої інформації, суттєві характеристики об'єктів, і на підставі аналізу і синтезу відкидають усе несуттєве.

Метод морфологічного аналізу забезпечує розподіл проблематики на складові, кожна з яких має декілька варіантів вирішень, а результат є сукупністю всіх можливих варіантів розв'язань.

Інформаційний метод дозволяє отримувати інформацію з монографічних видань, статей, різних наукових джерел відносно обраних для досліджень об'єктів.

Таким чином, у науковому дослідженні виділяють два рівні: 1) загальнонауковий (теоретичний), на якому досягається синтез знання (у формі наукової теорії) і 2) конкретно-науковий (емпіричний), на якому відбувається процес нагромадження фактів (рис. 3.5). Згідно з цими рівнями методи можна розділити на три групи:

- методи теоретичного дослідження, мета яких полягає у поясненні відкритих явищ, встановленні закономірних зв'язків

- між явищами, формулюванні законів і закономірностей розвитку явищ і на цій основі передбаченні нових явищ;
- методи емпіричного дослідження, метою яких є отримання і накопичення фактів;
 - методи, використовувані на емпіричному і теоретичному рівнях.

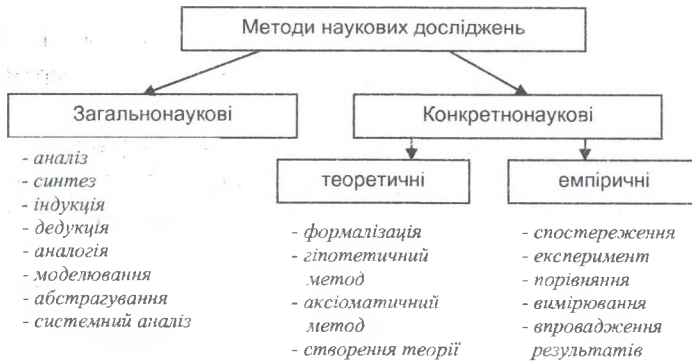


Рис. 3.5. Класифікація наукових методів дослідження

3.2. Методи теоретичних досліджень

Загальна тенденція розвитку науки пов'язана з інтенсивним розвитком теоретичних досліджень, успішне виконання яких залежить від рівня володіння загальними методами і способами наукового дослідження.

Основною метою теоретичних досліджень є виокремлення у процесі синтезу знань суттєвих зв'язків між досліджуваним об'єктом і навколишнім середовищем, пояснення і узагальнення результатів емпіричного дослідження, виявлення загальних закономірностей та їх формалізація. Теоретичне дослідження завершується формуванням теорії, яка може бути не пов'язана з побудовою математичного апарата. Теорія проходить у своєму розвитку різні стадії від якісного

пояснення і кількісного вимірювання процесів до їх формалізації, і в залежності від стадії може бути представлена як у вигляді правил, так і у вигляді математичних рівнянь. Завданнями теоретичного дослідження є: узагальнення результатів дослідження, знаходження спільних закономірностей шляхом обробки та інтерпретації дослідних даних; поширення результатів дослідження на ряд подібних об'єктів без повторення всього обсягу досліджень; вивчення об'єкта, який є недоступним для безпосереднього вивчення; підвищення надійності експериментального дослідження об'єкта (обґрунтування параметрів і умов спостережень, точності вимірювань).

Теоретичне дослідження повинно бути творчим. Творчий характер мислення при розробці теоретичних аспектів наукового дослідження полягає у створенні нових комбінацій з уже відомих елементів і базується на наступних прийомах: зборі та узагальненні інформації; постійному співставленні, порівнянні, критичному усвідомленні; чіткому формулюванню власних думок, їх письмовому викладенні; удосконаленні і оптимізації положень. Творчий процес теоретичного дослідження має декілька стадій: ознайомлення з відомими рішеннями; відмова від загальноприйнятих шляхів вирішення аналогічних завдань; застосування різних варіантів для вирішення завдання; рішення. Власні творчі думки, оригінальні рішення виникають тим частіше, чим більше сил, праці, часу витрачає дослідник на постійне осмислення об'єкта дослідження, чим глибше науковець захоплений дослідницькою діяльністю і володіє методами теоретичних досліджень. Характеристику методів теоретичних досліджень наведено у таблиці 3.1.

Аналіз і синтез – у загальному значенні представляють собою два взаємопов'язаних процеси уявного або фактичного розкладання цілого на складові частини і об'єднання окремих частин у ціле. Аналіз і синтез – взаємозумовлені логічні методи наукового дослідження, що виникли на основі практичної діяльності людей, їх досвіду. Вони тісно пов'язані у будь-якому науковому дослідженні. Їх єдність забезпечує об'єктивне, адекватне пізнання дійсності і разом з тим відображає єдність протилежностей у відношенні до взаємозв'язку одиничного (окремого) і загального.

Таблиця 3.1 – Методи теоретичних досліджень

Назва методу	Зміст методу наукового дослідження
1	2
Аналіз	Метод дослідження, при якому вивчення об'єкта здійснюють за допомогою уявного або практичного розчленування його на складові елементи.
Синтез	Протилежний аналізу метод, який полягає в дослідженні об'єкта у його цілісності, у єдиному і взаємному зв'язку його частин.
Індукція	Метод дослідження, при якому загальний висновок про ознаки множини елементів виводиться на основі вивчення цих ознак у частини елементів однієї множини.
Дедукція	Метод логічного висновку від загального до окремого, тобто спочатку досліджуються стан об'єкта в цілому, а потім його складові елементи.
Аналогія	Метод наукового дослідження, завдяки якому досягається пізнання одних предметів і явищ на основі їх подібності з іншими.
Абстрагування	Метод відволікання, який дає змогу переходити від конкретних питань до загальних понять і законів розвитку.
Конкретизація	Метод наукового дослідження, який дає змогу вивчати об'єкти, предмети і явища в усій якісній різнобічності реального їх існування на відміну від абстрактного вивчення предметів.
Моделювання	Метод наукового пізнання, що ґрунтується на заміні предмета або явища, які вивчаються, на їх аналог, модель, що обов'язково містить істотні риси оригіналу.
Узагальнення	Спосіб створення нових узагальнених наукових понять, суджень, формулювання законів і теорій. Становить логічний процес переходу від одиничного до загального і являє собою поширення висновків, зроблених на обмеженій кількості даних, на більш широку область практики.
Систематизація (класифікація)	Поділ об'єктів на групи за певними ознаками або упорядкування явищ, що вивчаються за певними критеріями. Застосовується для розробки класифікації об'єктів.

Продовження таблиці 3.1

1	2
Аргументація	Суто логічний процес, суть якого полягає в тому, що в ньому обумовлена істина судження того, що прагнуть довести. Для аргументації характерними є доказовість та переконливість.
Ранжирування	Розміщення об'єктів за порядком в залежності від ступеня прояву певної ознаки.
Формалізація	Метод відображення об'єкта чи явища в знаковій формі деякої штучної мови (математики, хімії). Призначений для дослідження реальних об'єктів формальним дослідженням відповідних знаків.
Гіпотетичний метод	Метод ґрунтується на гіпотезі, науковому припущенні, висунутому для пояснення будь-якого явища, яке потребує перевірки та теоретичного обґрунтування, щоб стати науковою теорією.
Аксиоматичний метод	Метод побудови наукової теорії, за якою деякі твердження – аксіоми (наукові знання) приймають без подальших доказів, а потім використовують для отримання нових знань.
Ідеалізація	Метод базується на створенні абстрактних об'єктів, які не можуть бути відтвореними в досліді та реальності. Прикладом ідеалізованих об'єктів можуть слугувати ідеальний розчин, ідеальний газ тощо.
Системний аналіз	Вивчення об'єкта дослідження як сукупності елементів, що утворюють систему. У наукових дослідженнях він передбачає оцінку поведінки об'єкта як системи з усіма факторами, які впливають на його функціонування.
Створення теорій	Узагальнення результатів дослідження, знаходження загальних закономірностей у поведінці об'єктів, що вивчаються, а також поширення результатів дослідження на інші об'єкти і явища, які сприяють підвищенню надійності проведеного експериментального дослідження.

Розчленування цілого на складові частини дає можливість виявити будову досліджуваного об'єкта, його структуру; розчленування складного явища на більш прості елементи дозволяє

відокремити суттєве від несуттєвого, складне звести до простого.

Аналіз і синтез бувають:

- прямиий або емпіричний (застосовується для виділення окремих частин об'єкта, знаходження його властивостей, найпростіших вимірювань);

- зворотний або елементарно-теоретичний (базується на деяких теоретичних міркуваннях причинно-наслідкового зв'язку різних явищ або дії якої-небудь закономірності, при цьому виділяються і з'єднуються явища, які можна вважати суттєвими, а другорядними знехтувати);

- структурно-генетичний (вимагає відокремлення в складному явищі таких елементів, які чинять вирішальний вплив на всі інші сторони об'єкта).

Однією з форм аналізу вважається *класифікація* предметів і явищ (поділ на класи, групи, типи і т.ін.).

При аналізі явищ і процесів виникає потреба у маніпулюванні великою кількістю фактів (ознак), що передбачає вміння виділяти головне. У такому випадку може бути застосований метод *ранжирування*, за допомогою якого виключають усе другорядне, що істотно не впливає на аналізоване явище.

Індукція і дедукція. Справжня наука можлива лише на основі абстрактного мислення, послідовних міркувань дослідника у вигляді суджень і висновків. У наукових судженнях встановлюються зв'язки між предметами чи явищами або між їх певними ознаками. Шлях до судження проходить через безпосереднє сприйняття предметів чи явищ, а також їх зв'язків. У наукових висновках одне судження змінюється іншим: на основі вже існуючих висновків робляться нові. Існує два основні види висновків: індуктивні (індукція) і дедуктивні (дедукція).

Як метод дослідження індукція – це процес дослідного вивчення явищ, під час якого здійснюється перехід від окремих фактів до загальних положень, окремі факти неначе виводять до загального положення.

Зазвичай виділяють три основні види індуктивних умовиводів:

- повна індукція;
- популярна індукція (просте перерахування);
- наукова індукція.

У реальному пізнанні індукція завжди виступає в єдності з дедукцією, це взаємо-зворотні методи пізнання.

Дедуктивним у широкому розумінні вважається будь-який висновок взагалі, у більш специфічному і найбільш поширеному розумінні – доведення або виведення твердження (наслідку) з одного або декількох інших тверджень (посилань) на основі законів логіки, що мають достовірний характер. Змістом дедукції як методу пізнання є застосування загальних наукових положень при дослідженні конкретних явищ. Важливою передумовою дедукції у практиці пізнання є зведення конкретних завдань до загальних і перехід від розв'язання завдання у загальному вигляді до окремих її варіантів.

Індуктивні умовиводи дають лише вірогідні знання, тому що вони ґрунтуються на емпіричних спостереженнях кінцевого числа об'єктів. Дедуктивні умовиводи приводять до нового, достовірного знання, тому що їх вихідні посилання дійсні.

Метод *аналогії* ґрунтується на подібності деяких сторін різних предметів і явищ. Добуті результати поширюються на всі аналогічні предмети чи явища.

Абстракція являє собою одну із сторін форм пізнання, коли відбувається перехід від чуттєвого сприймання до уявного образу. Іноді абстраговані властивості і відношення пов'язуються з відомими класами об'єктів («метал», «натуральне число», «рослина»). У інших випадках вони уявляються ізольовано від тих предметів, з якими вони дійсно нерозривно пов'язані («корисність», «краса», «моральність»).

Процес абстрагування проходить два етапи.

Перший етап: виділення найбільш важливого в явищах і встановлення незалежності або слабкої залежності досліджуваних явищ від певних факторів (якщо об'єкт А не залежить безпосередньо від фактора Б, то можна відволіктися від останнього як несуттєвого).

Другий етап: реалізація можливостей абстрагування. Він полягає у тому, що один об'єкт замінюється іншим, більш простим, який

виступає «моделлю» першого.

Абстрагування може застосовуватись до реальних і абстрактних об'єктів (таких, що вже раніше пройшли абстрагування). Багатоступінчасте абстрагування приводить до абстракцій зростаючого ступеня узагальнення.

Існують деякі види абстракції:

- ототожнення – утворення понять шляхом об'єднання предметів, пов'язаних відношеннями типу рівності в особливий клас (відволікання від деяких індивідуальних властивостей предметів);

- ізолювання – виділення властивостей і відношень, нерозривно пов'язаних з предметами, і позначення їх певними назвами, що надає абстракціям статус самостійних предметів - «надійність», «технологічність» (відмінність між двома першими абстракціями полягає у тому, що в першому випадку ізолюється комплекс властивостей об'єкта, а у другому – єдина його властивість);

- конструктивізації – відволікання від невизначеності меж реальних об'єктів (зупиняється безперервний рух і т.ін.);

- актуальної нескінченності – відволікання від незавершеності (і завершеності) процесу утворення нескінченної множини, від неможливості задати її повним переліком всіх елементів (така множина розглядається як існуюча);

- потенційної здійсненності – відволікання від реальних меж людських можливостей, зумовлених обмеженістю тривалості життя за часом та у просторі (нескінченність виступає вже як потенційно здійснення).

Процес абстрагування є необхідною умовою утворення найрізноманітніших понять. Більше того, будь-яке пізнання взагалі пов'язане з абстрагуванням. Без них неможливе розкриття сутності досліджуваного об'єкта. Розчленування об'єкта і виділення у ньому сутнісних сторін, всебічний аналіз їх у «чистому» вигляді – все це результат абстрагуючої діяльності мислення.

Моделювання – непрямий, опосередкований метод наукового дослідження об'єктів пізнання (безпосереднє вивчення яких неможливе, ускладнене чи недоцільне), який ґрунтується на

застосуванні моделі як засобу дослідження. Під *моделлю* розуміють систему, що замішує об'єкт пізнання і є джерелом інформації про неї. Моделювання є одним з основних методів у сучасних дослідженнях. Розрізняють фізичне і математичне моделювання. У процесі фізичного моделювання фізика явищ у досліджуваному об'єкті та моделі однакові в їх математичних залежностях. При математичному моделюванні фізика явищ моделі та об'єкта відрізняються, але математичні залежності залишаються однаковими. Математичне моделювання набуває особливої цінності за необхідності вивчення дуже складних процесів. У процесі моделювання і властивості, і сам об'єкт дослідження зазвичай спрощують (*узагальнюють*). Чим ближче модель до оригіналу, тим краще вона описує об'єкт, тим ефективнішими є теоретичні дослідження і тим ближче отримані результати до прийнятої гіпотези дослідження. За типом моделі поділяють на фізичні, математичні і природні. Очевидно, що стандартних рекомендацій з вибору і побудови моделей не існує. Головне, щоб модель відображала суттєві явища того чи іншого процесу. Дрібні чинники, зайва деталізація, другорядні явища тощо лише ускладнюють модель, утруднюють проведення теоретичних досліджень, роблять їх громіздкими, нецільовими. Тому модель повинна бути оптимальною за своєю складністю, наочною, достатньо адекватною, тобто описувати закономірності досліджуваного явища з необхідною точністю.

Метод моделювання передбачає постановку мети, вибір або створення моделі, дослідження на моделі об'єкта пізнання, перенесення знань з моделі на оригінал завдяки суттєвій подібності і незначній відмінності між ними.

У ряді випадків використовують спосіб формалізації. *Формалізація* (від латинського *formatis* – що означає складений за формою) – метод пізнання різноманітних об'єктів шляхом відображення їх структури у знаковій формі за допомогою штучних мов (наприклад, мовами математики, хімії, програмування). У процесі формалізації всі змістові терміни замінюють символами, а змістові твердження – відповідними їм послідовностями символів або формулами. Здійснюється формалізація шляхом виявлення й

перебудови структури теорії, внаслідок чого теорія набуває вигляду ланцюга формул, де кожна наступна логічно впливає з однієї або кількох попередніх (математичне моделювання).

Завдяки своїй специфічності, формалізація забезпечує узагальненість підходу до розв'язання пізнавальних проблем. Крім того, символіка штучної мови надає стислості і чіткості фіксації значень формалізованих об'єктів пізнання, однозначності розуміння їх структури (на відміну від двозначності при застосуванні звичайної мови).

Метод *ідеалізації* передбачає створення ідеальних моделей і порівняння ситуації, яку вивчають, з ідеальним варіантом. Ідеалізовані об'єкти вважаються граничними випадками тих або інших реальних об'єктів і обираються як засіб їх наукового аналізу, як основа для побудови теорії цих реальних об'єктів. Таким чином, вони у кінцевому результаті виступають як відображення об'єктивних предметів, процесів і явищ. Прикладами ідеалізованих об'єктів можуть бути поняття: «крапка», «пряма лінія», «абсолютно тверде тіло», «абсолютно чорне тіло», «ідеальний газ», «ідеальний розчин» тощо.

Мета ідеалізації як методу пізнання – позбавити реальні об'єкти деяких притаманних їм властивостей і надати їм (уявно) певних нереальних і гіпотетичних властивостей. Будь-яка ідеалізація правомірна лише у певних межах. Отже, це складний метод, при застосуванні якого використовують специфічні особливості деяких інших методів – моделювання, аналогії, абстрагування тощо.

Особливе місце посідає метод *аргументації*. Цей метод дозволяє обґрунтувати істинність будь-якої тези, достовірність якої доведена. При застосуванні цього методу дослідник повинен дотримуватись наступних правил доказу: теза формулюється чітко, правильно і однозначно; теза повинна залишатися незмінною впродовж досліджень. Бажано при застосуванні цього методу досліджень не допускати висунення іншої тези, трансформувати тезу в подібну, але за сутністю іншу. Слід звернути увагу на аргументи, які не можуть самі собі суперечити та потребують доведення незалежно від тези. Слід пам'ятати, що будь-який доказ є аргументом, але не будь-яка аргументація є доказом.

Новий результат може бути визнаний лише за умов його доведення. У широкому розумінні під терміном доказ слід розуміти спосіб, який дозволяє довести істинність судження. А відтак, доказ включає наступні складові: тезу (положення, істинність або хибність якого доводиться); аргументи (вихідні теоретичні положення або фактичні дані, істинність яких установлена раніше і є безперечною); демонстрацію (спосіб доведення, що являє собою послідовність аргументів задля підтвердження або спростування тези).

В якості тези може виступати загальне положення (узагальнення) або висловлювання. Аргументами можуть бути факти, визначення, аксіоми тощо.

У теоретичних дослідженнях можливі два методи: логічний та історичний. *Логічний* метод включає в себе гіпотетичний і аксіоматичний.

Гіпотетичний метод заснований на розробці гіпотези, наукового припущення, яке містить елементи новизни і оригінальності. Потреба у гіпотезі в науці виникає лише тоді, коли незрозумілий зв'язок між явищами, хоча відомо багато обставин, що передують або супроводжують його. Гіпотеза також дозволяє за характеристиками сучасного встановити картину минулого або спрогнозувати стан явища в майбутньому.

Гіпотеза – це система умовиводів, наукових припущень, за допомогою якої на підставі низки фактів робиться висновок про існування об'єкта, зв'язок або причини явища, причому виведення це не є абсолютно достовірним.

Гіпотеза висувається за умов, коли вона узгоджується або є сумісною з усіма фактами, яких вона стосується.

Слід зазначити, що для пояснення одних і тих самих явищ, подій можуть висуватися різні гіпотези. Перевірка або доведення гіпотези, її розвиток передбачає декілька можливостей. Вона може розвиватися, уточнюватися, доповнюватися, модифікуватися новими положеннями, але залишатися гіпотезою.

Вирішальним критерієм перетворення гіпотези на теорію є практика. Підтверджені практикою наслідки з гіпотези підвищують її

ймовірність, наближають зміст гіпотези до знання.

У процесі висунення і розвитку гіпотези виділяють наступні стадії (рис 3.6). На стадії висунення гіпотези накопичують теоретичні і емпіричні знання про об'єкт, явище дослідження та обґрунтовують наукові припущення про можливість отримання нових знань про об'єкт та явище.

На другій стадії формулювання гіпотези здійснюють висунання і обґрунтування гіпотези та підбирають методи і методики її доведення. На стадії доведення гіпотези проводять теоретичні дослідження і експериментальну перевірку отриманих результатів. При потребі висунути гіпотезу уточнюють і видозмінюють у відповідності до отриманих результатів.

На заключній стадії за отриманими результатами досліджень гіпотеза приймається або відхиляється як недостовірна.



Рис. 3.6. Процес висунання і розвитку гіпотези

Слід зазначити, що достовірна гіпотеза не повинна суперечити законам, встановленим у певній системі знань. Одночасно гіпотеза має бути гранично простою та повинна:

- бути достовірною і безпосередньо пов'язаною з проблемою, що досліджується;
- передбачуваною і служити для вирішення обраної для дослідження проблеми;
- мати можливість формалізації, тобто здатність до викладення (оформлення) за допомогою математичного апарату.

При доведенні гіпотези найчастіше застосовують два способи встановлення істини: безпосередній і опосередкований.

Безпосередній спосіб доведення гіпотези полягає в тому, що в процесі практичних дій відбувається зіставлення деякого припущення з фактичним станом об'єкта, явища дослідження. При цьому спектр практичних дій може бути досить різноманітним: спостереження, експеримент, вимірювання, облік, розрахунок та інше.

Опосередкований спосіб доведення гіпотези полягає в тому, що її істинність може бути доведена шляхом умовиводів на основі вже наявних знань у вигляді законів і положень. Це особливо характерно для математики, теоретичної фізики, де є можливість значної формалізації та широкого застосування математичного апарату. У наш час значення опосередкування методів встановлення істинності наукових положень постійно зростає.

Прямим доказом вважають той, що є логічним ланцюжком висновків та умовиводів, останньою ланкою якої є сама теза. Під непрямим доказом розуміють такий логічний ланцюжок умовиводів, за допомогою якого доводять хибність відхилення тези і на цій основі роблять висновок про її істинність. Досить часто такий спосіб доведення називають „доведення від протилежного”.

Важливу роль у наукових дослідженнях відіграють спростування. Вони дозволяють звільнитися від хибних тверджень, необґрунтованих догм, помилок. Як доказ спростування має свою тезу, аргумент та демонстрацію. Спростування тези може відбутися, якщо буде доведено істинність антитези або хибність наслідків, що випливають з тези.

Аксиоматичний метод заснований на очевидних положеннях (аксіомах), які приймаються без доведення. Аксіоми застосовуються у наукових дослідженнях у вигляді відправних початкових положень для обґрунтування нової теорії. Передусім це стосується використання екологічних законів у наукових дослідженнях, що є аксіоматичними знаннями наукової теорії, які використовуються для подальшого розвитку науки.

Історичний метод дозволяє дослідити виникнення, формування і розвиток процесів і явищ у хронологічній послідовності з метою виявлення внутрішніх і зовнішніх зв'язків, закономірностей і протиріч. Даний метод дослідження використовується переважно у суспільних та історичних науках. У прикладних же науках він застосовується, наприклад, для вивчення розвитку і формування тих або інших галузей науки і техніки.

Між логічним та історичним методами існує єдність, заснована на тому, що будь-яке логічне пізнання повинно розглядатися в історичному аспекті.

Метод *системного аналізу* полягає у вивченні об'єкта дослідження як сукупності елементів, що утворюють систему. У наукових дослідженнях він передбачає оцінку поведінки об'єкта як системи з усіма факторами, які впливають на його функціонування.

Метод *створення теорії* використовують для узагальнення результатів дослідження, знаходження загальних закономірностей у поведінці об'єктів, що вивчаються, а також поширення результатів дослідження на інші об'єкти і явища, які сприяють підвищенню надійності проведеного експериментального дослідження.

3.3. Емпіричні методи дослідження

Емпіричні методи застосовуються у дослідженнях разом із інтуїтивнонауковими як специфічні методи конкретно-наукового пізнання прикладного характеру. Це переважно методи чутливості – відчуття, сприйняття і уявлення. Будучи сформованими на основі інтуїтивнонаукових методів, вони відображають особливості тієї науки, шляхами якої вони створені.

Оскільки важливою вимогою до наукового дослідження є надійність у всіх його компонентах, то марно чекати надійних результатів, якщо застосовуються неадекватні до поставлених завдань методи дослідження, ненадійні засоби збирання й обробки емпіричних даних. Чистота дослідження, тобто ступінь довіри до результатів конкретного дослідження залежить головним чином від реалізації даної вимоги.

У емпіричному дослідженні варто розрізняти поняття “метод” і “методика”.

Метод – це спосіб отримання наукових даних, а методика – конкретна реалізація методу стосовно вивчення певного класу явищ.

До емпіричних методів (та методик) висуваються такі загальні вимоги:

- *валідність* (англ. valid – дійсний, придатний) – це комплексна характеристика методу (методики), яка вказує на його придатність до використання. Найважливіша складова валідності – визначення сфери досліджуваних властивостей;

- *об’єктивність* передбачає зменшення суб’єктивного впливу дослідника на результати дослідження;

- *діагностична сила* (роздільна здатність) – характеристика, яка вказує на здатність методу (методики) диференціювати досліджувані об’єкти за вимірюваною ознакою, тобто розподіляти їх як мінімум на три групи: з низьким рівнем вираженості ознаки, середнім ти високим;

- *надійність* – характеристика, яка вказує на здатність методу давати однакові результати при дослідженні однакових об’єктів в однакових умовах (забезпечувати відтворюваність результатів);

- *репрезентативність* – характеристика, яка вказує на здатність методу (методики) переносити результати, отримані при дослідженні частини об’єктів, на всі об’єкти, що входять до даної групи. Це характеристика не стільки методу, скільки досліджуваної сукупності об’єктів, що повинні бути відібрані з дотриманням ряду вимог. Репрезентативність – властивість вибіркової сукупності представляти характеристики генеральної сукупності. Для забезпечення репрезентативності вибірки даних необхідно врахувати ряд

обов'язкових для будь-якого дослідження умов. Серед них найважливішими є наступні: а) кожна одиниця генеральної сукупності повинна мати рівну ймовірність попадання у вибірку; б) вибірка змінних проводиться незалежно від досліджуваної ознаки; в) добір обирається з однорідних сукупностей; г) кількість одиниць у вибірці повинна бути досить великою; д) вибірка і генеральна сукупність повинні бути, по можливості, статистично однорідними.

Емпіричні методи спрямовані на вивчення, точний опис і детальне дослідження різних об'єктів, явищ і процесів. Ці дослідження дають можливість отримувати різнобічну інформацію про стан об'єктів, явищ і процесів і сприяють поглибленню вивчення їх кількісних і якісних характеристик. Отримані за допомогою цих методів дані, як правило, є основою подальшого теоретичного осмислення пізнавальних процесів та створюють цілісну єдність наукового пізнання.

До найбільш поширених емпіричних методів дослідження належать: спостереження, експеримент, вимірювання, порівняння, опитування, тестування, експертна оцінка, кореляційний аналіз, факторний аналіз, впровадження результатів наукових досліджень та ін. (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 — Емпіричні методи наукових досліджень

Назва методу	Зміст методу наукового дослідження
1	2
Спостереження	Метод апробації обґрунтування висунутих гіпотез або проміжних результатів дослідження з використанням аксіоматизованих знань про об'єкт, а також практики його функціонування.
Експеримент	Метод цілеспрямованого вивчення об'єкта, явища, процесу при дослідницьких випробуваннях, які можуть проводитись у природних, штучних умовах, з метою виявлення раніше невідомих його властивостей (якостей) або перевірки теоретичних положень. Цей метод дозволяє вивчити об'єкт, явище у „чистому вигляді” за допомогою усунення побічних чинників.

Продовження таблиці 3.2

1	2
Вимірювання	Операція, за допомогою якої визначають відношення однієї величини до іншої, яку приймають за одиницю.
Порівняння	Метод зіставлення досліджуваних явищ та встановлення їх подібності і відмінності. Застосовується для порівняння якоїсь величини з однойменною, прийнятою за еталон.
Опитування	Метод, який забезпечує отримання фактичної інформації або оціночних даних при заповненні анкет. Опитування проводиться в усній або письмовій формах.
Тестування	Метод, який забезпечує виявлення суттєвих ознак об'єкта, явища, процесу, засобів їх функціонування. Тестування проводять двічі: на початковому етапі дослідження (виконує діагностичну функцію) і при завершенні дослідження (виконує верифікаційну функцію).
Експертних оцінок	Метод використовується для отримання змінних емпіричних даних. Проводиться опитуванням груп експертів (5-7 чоловік), які визначають кількісні величини, необхідні для оцінювання досліджуваного завдання або питання.
Кореляційний аналіз	Метод (процедура) визначення співвідношення між незалежними змінними. Метод дозволяє встановити тісноту зв'язків між величинами шляхом обчислення коефіцієнта кореляції.
Факторний аналіз	Метод дає можливість встановити багатомірні зв'язки змінних величин за кількісними ознаками. Метод дозволяє на основі парних кореляцій, отриманих у результаті кореляційного аналізу, одержати набір нових, укрупнених ознак – факторів.
Імплікаційних шкал	Метод виміру та оцінки отриманих даних, які градуюються за кількістю або інтенсивністю ознак. У цьому методі використовують шкали, які класифікуються за типами або рівнями виміру.
Контент – аналіз	Метод допомагає надати відомості про зміст інформації через кількісні показники. Застосовують метод для дослідження текстового масиву (вивчають частоту застосування в тексті положень, смислових одиниць).
Впровадження результатів	Методичні прийоми реалізації результатів наукового дослідження у практичну діяльність людей.

Спостереження – це спеціально організоване систематичне, цілеспрямоване і планомірне сприйняття об'єктів і явищ навколишньої дійсності з метою виявлення їх суттєвих ознак. Як метод пізнання спостереження дає можливість одержувати первинну інформацію у вигляді сукупності емпіричних даних. До спостережень висуваються наступні вимоги: наявність чіткої мети, програми і протоколу спостереження; встановлення оптимальної кількості досліджуваних ознак; можливість проведення спостереження в реальних природних умовах; порівняння результатів спостережень, отриманих різними дослідниками; отримання дозволу на проведення спостереження.

Розрізняють просте (звичайне) спостереження, коли події тільки фіксують, і співчасне (включене) спостереження, коли дослідник адаптується в якомусь середовищі й аналізує події начебто «зсередини».

Для досягнення поставленої мети спостереження повинно бути:

- навмисним (спостереження проводиться для вирішення певного, чітко визначеного завдання);
- планомірним (відбувається за планом, складеним відповідно до мети спостереження);
- цілеспрямованим (спостереженню піддаються тільки ті сторони явища, які цікавлять дослідника);
- активним (дослідник активно вишукує потрібні об'єкти, риси явища);
- систематичним (спостереження проводиться безперервно або за визначеною схемою).

Важливою характеристикою наукового спостереження повинна бути його об'єктивність, тобто можливість контролю шляхом повторного спостереження або застосування інших методів дослідження (наприклад, експерименту).

Важливою складовою частиною наукових досліджень є *експеримент*, основу якого становить науково поставлений дослід з умовами, які точно враховані і якими можна управляти. Експеримент має переваги над спостереженням, оскільки дозволяє вивчати об'єкти, явища за допомогою усунення побічних чинників. У науці і

дослідницькій діяльності термін «експеримент», як правило, використовується у значенні, яке є загальним для цілого ряду подібних понять: дослід, цілеспрямоване спостереження, відтворення об'єкта пізнання, організація особливих умов його існування, перевірка передбачень. У це поняття вкладається наукова постановка дослідів і спостереження досліджуваного явища в умовах, що точно враховані і дозволяють слідкувати за процесом зміни явищ та відтворювати їх кожного разу при повторенні цих умов. Саме по собі поняття «експеримент» означає дію, спрямовану на створення умов для вивчення певного явища.

Головною метою експерименту є виявлення властивостей досліджуваних об'єктів, перевірка правильності гіпотез і на цій підставі широке та глибоке вивчення теми наукового дослідження.

Основою експерименту є науково поставлений дослід, у якому явища вивчають за допомогою доцільно обраних або штучно створених умов, що забезпечують перебіг тих процесів, спостереження за якими необхідне для встановлення закономірних зв'язків між явищами.

Постановка та організація експерименту визначається його призначенням. За спрямуванням експерименти є дуже різними, кожний з яких має специфічні особливості. Насамперед розрізняють експерименти суто фізичні, біологічні, хімічні тощо.

Експерименти у різних галузях науки класифікують за різними ознаками:

- за способом формування умов (природні та штучні);
- за метою досліджень (перетворюючі, констатуючі, контролюючі, пошукові);
- за організацією проведення (лабораторні, натурні, польові, виробничі);
- за структурою досліджуваних об'єктів і явищ (прості, складні);
- за характером зовнішніх впливів на об'єкт дослідження (речовинні, енергетичні, інформаційні);
- за характером взаємодії засобу експериментального дослідження з об'єктом (звичайний, модельний);

- за типом моделей, які досліджуються в експерименті (матеріальний, розумовий);
- за контрольованими параметрами (пасивний, активний);
- за кількістю змінних факторів (однофакторний, багатфакторний);
- за характером об'єктів та явищ, що вивчаються (екологічні, технологічні, соціометричні) та інші.

Із числа названих ознак *природний* експеримент передбачає проведення дослідів у природних умовах існування об'єкта дослідження (найчастіше він використовується в екологічних, біологічних, соціальних науках). *Штучний* експеримент передбачає формування штучних умов (широко використовується у природничих і технічних науках).

Перетворюючий експеримент включає активну зміну структури і функцій об'єкта дослідження відповідно до висунутої гіпотези, формування нових зв'язків між компонентами об'єкта або між досліджуванним та іншими об'єктами. Дослідник у відповідності з прихованими тенденціями розвитку об'єкта дослідження навмисно створює умови, які повинні сприяти формуванню нових властивостей і якостей об'єкта. *Констатуючий* експеримент застосовують для перевірки певних припущень. Під час такого експерименту констатують наявність певних зв'язків між характером впливу на об'єкт дослідження і досягнутим результатом, встановлюють наявність певних фактів. *Контролюючий* експеримент полягає у контролі за результатами зовнішнього впливу на об'єкт дослідження з урахуванням його стану, характеру впливу і очікуваного ефекту. *Пошуковий* експеримент проводять у тому випадку, коли важко провести класифікацію факторів, що впливають на досліджуване явище, через відсутність достатніх попередніх даних. За результатами пошукового експерименту встановлюють значущість факторів, вибірково відкидають ті, які мають незначний вплив. *Вирішальний* експеримент проводять для перевірки вірності основних положень фундаментальних теорій. У випадку, коли дві або декілька гіпотез однаково узгоджуються з багатьма явищами, може виникнути

ситуація, коли не відомо, яка з гіпотез є вірною. Саме вирішальний експеримент надає ті факти, які узгоджуються з однією з гіпотез і протирічать іншій.

Лабораторний експеримент проводять у лабораторних умовах із застосуванням типових приладів, спеціальних моделюючих пристроїв, стендів тощо. Найчастіше у лабораторному експерименті вивчають не сам об'єкт, а його зразок. Такий експеримент дає можливість детально і з необхідною повторністю вивчити вплив одних характеристик, водночас змінюючи інші, отримати переконливу наукову інформацію з мінімальними витратами часу і ресурсів. Але він не завжди може повністю відтворити реальний хід досліджуваного процесу, і тому виникає необхідність у проведенні *натурного експерименту*. *Натурний* експеримент проводять у звичайних (природних) умовах і на реальних об'єктах. Цей вид експерименту часто застосовують у процесі натурних випробувань технічних об'єктів. Залежно від місця проведення випробувань натурні експерименти можуть бути *виробничими, польовими, полігонними, напівнатурними* тощо. Головна наукова проблема натурного експерименту – забезпечення достатньої відповідності (адекватності) умов його проведення реальній ситуації, в якій буде працювати досліджуваний об'єкт.

Простий експеримент застосовують при вивченні об'єктів, які не мають розгалуженої структури, з невеликою кількістю взаємопов'язаних і взаємодіючих елементів, які виконують найпростіші функції. У *складних* експериментах вивчають явища або об'єкти з розгалуженою структурою і великою кількістю взаємопов'язаних і взаємодіючих елементів, які виконують складні функції. Високий ступінь взаємопов'язаності елементів призводить до того, що зміна стану будь-якого одного елемента або зв'язку призводить до зміни стану багатьох інших елементів системи. У складних об'єктах дослідження можлива присутність декількох різних структур, декількох різних цілей, але тільки певний стан складного об'єкта може бути описаним. У дуже складному експерименті вивчається об'єкт, стан якого за тих або інших причин не вдається

детально і точно описати. Наприклад, для вивчення змін стану такого об'єкта необхідно більше часу або сучасний рівень знань є недостатнім для проникнення у сутність зв'язків об'єкта (або вони незрозумілі).

Інформаційний експеримент використовують для вивчення впливу певної (різної за формою і змістом) інформації на об'єкт дослідження (найчастіше використовується у біології, психології, соціології, кібернетиці). За допомогою такого експерименту вивчають зміни стану об'єкта дослідження під впливом інформації, що йому передається. *Речовинний* експеримент передбачає вивчення впливу різних речовинних факторів на стан об'єкта дослідження. Наприклад, вплив різних домішок на якість води, атмосферного повітря тощо. *Енергетичний* експеримент використовують для вивчення впливу різних видів енергії (електромагнітної, механічної, теплової) на об'єкт дослідження. Він широко розповсюджений у природничих науках.

Звичайний (або класичний) експеримент включає в себе експериментатора як суб'єкта, який пізнає об'єкт, об'єкт або предмет експериментального дослідження і засоби (інструменти, прилади, експериментальні установки), за допомогою яких проводиться дослід. У звичайному експерименті засоби безпосередньо взаємодіють з об'єктом дослідження, вони є посередниками між експериментатором і об'єктом дослідження. *Модельний* експеримент на відміну від звичайного проводять з моделлю досліджуваного об'єкта, яка входить до складу експериментальної установки, замінюючи не тільки об'єкт дослідження, а часто й умови, у яких цей об'єкт досліджується. Модельний експеримент при розширенні можливостей експериментального дослідження одночасно має і ряд недоліків, пов'язаних з тим, що різниця між моделлю та реальним об'єктом може стати джерелом помилок, і, крім того, екстраполяція результатів вивчення поведінки моделі на модельований об'єкт вимагає додаткових затрат часу та теоретичного обґрунтування можливості такої екстраполяції.

Використання різних засобів експерименту при моделюванні дозволяє виділити розумовий (уявний) і матеріальний експерименти.

Засобами *розумового* експерименту є уявні моделі досліджуваних об'єктів або явищ (чуттєві образи, образно-знакові моделі, знакові моделі). Для позначення розумового експерименту іноді користуються термінами ідеалізований або уявний експеримент. Розумовий експеримент є однією з форм розумової діяльності суб'єкта, у процесі якої в уяві дослідника відтворюється структура реального експерименту. Його структура включає: побудову уявної моделі об'єкта дослідження, ідеальних умов експерименту і впливів на об'єкт; свідому і планомірну зміну, комбінування умов експерименту і впливу на об'єкт; свідоме і точне застосування на всіх етапах експерименту об'єктивних законів науки, завдяки яким виключається абсолютне свавілля. У результаті такого експерименту формуються висновки. *Матеріальний* експеримент має аналогічну структуру, але у ньому використовують матеріальні, а не ідеальні об'єкти дослідження. Основна різниця між розумовим і матеріальним експериментами полягає в тому, що реальний експеримент є формою об'єктивного матеріального зв'язку свідомості із зовнішнім світом, тоді як розумовий експеримент є специфічною формою теоретичної діяльності суб'єкта. Подібність розумового експерименту з реальним у значній мірі визначається тим, що будь-який реальний експеримент, перш ніж бути здійсненим на практиці, спочатку проводиться людиною подумки у процесі роздумів і планування. Тому розумовий експеримент нерідко виступає у ролі ідеального плану реального експерименту, так би мовити, передуючи йому. Розумовий експеримент має більш широку сферу застосування, ніж реальний, оскільки його застосовують не тільки під час підготовки і планування останнього, але й у тих випадках, коли проведення реальних досліджень є неможливим. Розумовий експеримент, замінюючи собою реальний, розширює межі пізнання, забезпечуючи отримання інформації, яку іншими засобами отримати не можна. Він дозволяє подолати обмеженість реального досліду шляхом абстрагування від дії небажаних факторів, повне усунення яких у реальному експерименті практично неможливе. Розумовий експеримент є суттєвим моментом творчої діяльності, його використовують не тільки науковці, а й письменники, художники, педагоги, лікарі.

Результати розумового експерименту знаходять своє відображення у формулах, графіках, кресленнях тощо.

Пасивний експеримент передбачає вимірювання тільки обраних показників (параметрів, змінних) у процесі спостережень за об'єктом без втручання у його функціонування. Таким чином, він по суті є спостереженням, яке супроводжується інструментальним вимірюванням певних показників стану об'єкта дослідження. *Активний* експеримент пов'язаний з обранням спеціальних вхідних сигналів (факторів) і контролюванням входу та виходу досліджуваної системи.

Однофакторний експеримент передбачає: виокремлення потрібних факторів, стабілізацію заважаючих факторів, почергову зміну факторів, що цікавлять дослідника, і вивчення кожного з них окремо. Стратегія *багатофакторного* експерименту полягає у варіюванні всіх змінних одразу, і кожний ефект оцінюється за результатами всіх дослідів, проведених у серії експериментів.

Наведена класифікація експериментальних досліджень не може бути визнана повною, оскільки з розширенням наукових знань розширюється і сфера застосування експериментального методу. Окрім того, в залежності від завдань експерименту різні його типи можуть бути об'єднані, створюючи таким чином комплексний або комбінований експеримент.

Для проведення експерименту будь-якого типу необхідно:

- розробити гіпотезу, яка підлягає перевірці;
- підготувати програму експериментальних робіт;
- визначити способи і прийоми втручання в об'єкт дослідження;
- забезпечити умови для здійснення процедури експериментальних робіт;
- розробити методи фіксування проміжних і кінцевих результатів експерименту;
- підготувати засоби для проведення експерименту (прилади, установки, моделі тощо);
- забезпечити експеримент необхідним обслуговуючим персоналом.

Залежно від мети наукового дослідження обсяг експерименту

може бути різним: від одного до серії експериментальних досліджень. Як правило, для проведення будь-якого експерименту розробляють проект (його структуру), який включає: розробку плану – програми експерименту; оцінку виміру і вибору засобів для проведення експерименту; обробку і аналіз експериментальних даних. Застосування математичної теорії експерименту дозволяє вже при плануванні певним чином оптимізувати об'єм експериментальних досліджень і підвищити їх точність.

Кількість завдань для одного експерименту не повинна бути занадто велика (краще 3-4, максимально 8-10). Перед експериментом необхідно обрати змінні фактори, тобто встановити основні і другорядні характеристики, які впливають на досліджуваний процес, проаналізувати розрахункові (теоретичні) схеми процесу. На підставі такого аналізу всі фактори класифікують і складають з них спадаючий за важливістю для даного експерименту ряд. Правильний вибір основних і другорядних факторів відіграє важливу роль у ефективності експерименту, тому що експеримент і зводиться до знаходження залежності між цими факторами. Іноді буває важко відразу виявити роль основних і другорядних факторів, тоді необхідно виконати невеликий за об'ємом попередній пошуковий дослід. Основним принципом встановлення ступеня важливості характеристики є її роль у досліджуваному процесі. Для цього процес вивчається у залежності від будь-якої однієї змінної при решті постійних. Такий принцип проведення експерименту виправдовує себе лише у тих випадках, коли таких характеристик мало – 1-3. Якщо ж змінних величин багато, то доцільне використання принципу багатофакторного аналізу. Необхідно також обґрунтувати набір засобів вимірювань (приладів) та іншого обладнання. У зв'язку з цим дослідник повинен добре володіти інформацією про сучасну вітчизняну вимірювальну апаратуру. В першу чергу слід надавати перевагу стандартним, машинам і приладам, що випускаються серійно, робота на яких регламентується інструкціями, держстандартами та іншими офіційними документами. В окремих випадках виникає потреба у створенні унікальних приладів, установок

для розробки теми. При цьому розробка та конструювання приладів та інших засобів повинні бути ретельно обґрунтовані теоретичними розрахунками та практичним баченням можливості їх виготовлення. При створенні нових приладів бажано використовувати вже існуючі блоки приладів, що випускаються, або реконструювати існуючі прилади.

У науковій практиці виділяють три випадки, що визначають необхідність проведення експерименту.

Перший – теоретично отримана аналітична залежність, яка однозначно трактує процес дослідження. У цьому випадку для підтвердження встановленої залежності обсяг експерименту мінімальний.

Другий – теоретичним шляхом встановлено лише характер залежності. У цьому випадку обсяг експерименту буде дещо більший за обсягом.

Третій – теоретично не вдалося одержати будь-якої залежності. У цьому випадку виникає потреба в проведенні розгалужених пошукових експериментів. Обсяг експерименту значно збільшується.

Найвагомішим результатом таких досліджень можуть стати емпіричні закони, які будуть ґрунтуватися на фактах, встановлених за допомогою спостережень і експерименту. Результатом емпіричних досліджень також можуть бути конкретні факти, за якими здійснюється констатація суттєвих кількісних та якісних ознак і властивостей об'єкта, що досліджується, і вони стають носіями елементарного знання.

При організації експерименту будь-якого виду бажано дотримуватися єдиних вимог, а саме: проводити його на основі теорії. Для експерименту характерна певна його структура (рис 3.7).

При розробці програми експерименту слід особливу увагу звертати на обрану методику. Вона повинна відповідати сучасному рівню науки та умовам, в яких виконуються дослідження.

Перед реалізацією програми експерименту слід ґрунтовно оцінити сукупність умов, за яких проводиться експеримент.



Рис. 3.7. Структура експерименту

На цьому етапі важливо правильно обрати фактори (незалежні і залежні), які замінюються, управляються та контролюються дослідником.

Важливою процедурою є контроль на всіх етапах проведення експерименту, який повинен включати в себе чітке спостереження за об'єктом, об'єктивну реєстрацію змінних їх стану, а також регулювання процесу з метою підтримання запланованих параметрів стану об'єкта.

Завершальним етапом експерименту є обробка отриманих даних. Для забезпечення достовірності необхідно виділити ту їх частину, яка зумовлена лише тими факторами, які вивчались у досліді.

Експеримент дає реальний результат, який виявляється у розумінні характеру і ступеня впливу факторів на об'єкт, що вивчається, або пізнавальний, який полягає у виявленні співвідношення реального результату з поставленим пізнавальним завданням.

Підсумкові матеріали потрібно зафіксувати у протоколи, таблиці, схеми, графіки, що у подальшому дасть змогу аналізувати і порівнювати отримані в експерименті результати.

При проведенні експерименту слід уникати наступних помилок:

1. Сформульовані гіпотези не відображають проблемну ситуацію і суттєві залежності у даного об'єкта.
2. Як незалежну змінну взято фактор, який не може бути причиною, сталою детермінантою процесів, що проходять у даному об'єкті.
3. Зв'язки між залежною і незалежною змінною мають випадковий характер.
4. Допущено помилки у 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, виявлено значну їх різницю, що викликає сумніви у можливості порівняння цих груп за складом змінних.
6. Важко підібрати контрольний об'єкт за однорідними або подібними з експериментальними параметрами.
7. При аналізі результатів експерименту переоцінюється вплив незалежної змінної на залежну без урахування впливу випадкових факторів на зміни в експериментальній ситуації.

Проводиться експеримент на основі попередньо розробленої методики.

Методика – це сукупність розумових і фізичних операцій, розташованих у певній послідовності, у відповідності з якою досягається мета дослідження.

При розробці методики проведення експерименту необхідно передбачити: проведення цілеспрямованого попереднього спостереження досліджуваного об'єкта або явища з метою визначення вихідних даних (гіпотез, вибору змінних факторів); створення умов, за яких можливе експериментування (підбір об'єктів для експериментального впливу, усунення впливу випадкових факторів); визначення меж вимірювань; систематичне спостереження за ходом розвитку явища, що вивчається, і точний опис фактів; проведення систематичної реєстрації вимірювань і оцінок фактів різними засобами і способами; створення ситуацій, що повторюються, зміна характеру умов і перехресних впливів, створення ускладнених ситуацій з метою підтвердження або скасування попередньо отриманих даних; перехід від емпіричного вивчення до логічного узагальнення, аналізу й теоретичної обробки отриманого фактичного матеріалу.

Правильно розроблена методика експериментального дослідження визначає його цінність. Тому розробка, вибір, призначення методики повинно проводитись особливо ретельно. Для цього необхідно використовувати не тільки власний, а і досвід інших науковців і колективів дослідників. Необхідно впевнитись у тому, що вона відповідає сучасному рівню науки, умовам, у яких виконується дослідження. Доцільно перевірити можливість застосування методик, які використовуються у суміжних проблемах і науках. Обравши методику експерименту, дослідник повинен впевнитись у можливості її практичного використання. Це необхідно зробити навіть у тому випадку, коли методика давно апробована практикою інших лабораторій, оскільки вона може бути непридатною або складною в силу тих чи інших специфічних особливостей клімату, приміщення, лабораторного устаткування, персоналу об'єкта дослідження та ін.

У методиці детально розробляється процес проведення експерименту, складається послідовність проведення операцій з вимірювання та спостережень, детально описується окремо кожна

операція з урахуванням обраних засобів для проведення експерименту, обґрунтовуються методи контролю якості операцій, які при мінімальній кількості вимірювань забезпечують високу надійність та задану точність. Розробляються форми журналів для запису результатів спостережень та вимірювань.

Важливим розділом методики є вибір методів обробки та аналізу експериментальних даних. Обробка їх зводиться до систематизації всіх отриманих значень, класифікації та аналізу. Результати експериментів повинні бути представлені у зручній формі – таблиці, графіки, формули, номограми, що дозволить швидко і якісно співставити отримані дані та проаналізувати результати. Усі змінні повинні бути представленими відповідно до єдиної системи одиниць фізичних величин.

Особливу увагу у методиці повинно бути приділено математичним методам обробки та аналізу отриманих даних, наприклад, встановленню емпіричних залежностей, апроксимацій зв'язків між характеристиками, що змінюються, встановленню критеріїв і довірчих інтервалів тощо. Діапазон чутливості (нечутливості) повинен бути стабілізованим.

Результати експериментів повинні відповідати трьом статистичним вимогам:

- вимога ефективності оцінок, тобто мінімальність дисперсії відхилення відносно невідомого параметра;
- вимога стабільності оцінок – при збільшенні кількості спостережень оцінка параметра повинна наближатися до його дійсного значення;
- вимога незміщеності оцінок – відсутність систематичних похибок у процесі розрахунку параметрів.

Важливою проблемою при проведенні та обробці експерименту є сумісність цих трьох вимог. Після розробки та затвердження методики встановлюється обсяг і трудомісткість експериментальних досліджень, які залежать від глибини теоретичних розробок, ступеня точності прийнятих засобів вимірювання (чим точніше сформульована теоретична частина дослідження, тим менший об'єм

експерименту). На обсяг і трудомісткість проведення експериментальних робіт суттєво впливає вид експерименту. Наприклад, польові експерименти, як правило, завжди мають більшу трудомісткість, що обов'язково необхідно враховувати при плануванні. Після встановлення обсягу експериментальних робіт складається перелік необхідних засобів вимірювання, обсяг матеріалів, список виконавців, календарний план і кошторис витрат. План-програму розглядає науковий керівник, обговорюють у науковому колективі і затверджують у встановленому порядку.

Зауважимо, що проведення експерименту є досить трудомістким процесом, що потребує значних затрат часу, терпіння і витримки. Важливе значення має порядність виконавців. Халатність виконавців може вплинути на чистоту експерименту. При проведенні експерименту обов'язково ведеться журнал спостережень, до якого заносять отримані результати, а також допоміжну інформацію. Отримані результати обробляють і аналізують із застосуванням математичних (статистики, кореляційного і регресійного аналізів) та графічних методів, за допомогою яких можна встановити характер функціональних залежностей змінних величин та дослідити функції на максимум та мінімум.

Математичне планування експерименту. Вивчення систем, які мають складну будову, а процеси, що протікають в них, залежать від великої кількості чинників, потребують значних затрат часу і матеріальних витрат на їх дослідження. Щоб скоротити витрату часу і коштів, застосовують метод математичного планування експерименту, який дозволяє отримати максимум інформації за мінімальних витрат на проведення експерименту. Слід зазначити, що методи математичного планування експерименту дають змогу використовувати цей метод не лише на стадії опрацювання результатів досліджень, як було раніше, а й у підготовці і проведенні дослідів.

У сучасній математичній теорії оптимального планування експерименту існують два основні розділи:

1. Планування експерименту для вивчення механізму складних процесів і властивостей багатокомпонентних систем.

2. Планування експерименту з метою оптимізації технологічних процесів і властивостей багатокомпонентних систем.

Переважає більшість експериментальних робіт виконується саме з метою вирішення завдання оптимізації; такі експерименти називають екстремальними. Ця назва пов'язана з аналогією між рішенням завдання оптимізації та пошуком екстремуму функції, тому завдання, метою якого є пошук екстремуму, називають екстремальним. Як приклади завдань оптимізації можна навести пошук оптимальної норми мінеральних добрив, підвищення врожаю сільськогосподарських культур, підвищення якості продукції.

У наш час широке застосування знаходять абстрактні математичні моделі, які отримали назву "чорної скриньки" (рис. 3.8).

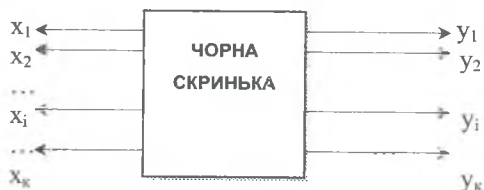


Рис. 3.8. Схема "чорної скриньки"

Стрілки справа зображують чисельні характеристики, які треба отримати відповідно до мети дослідження. Вони позначаються буквою y і називаються вихідними параметрами, або параметрами оптимізації (вихід "чорної скриньки").

Для проведення експерименту необхідно впливати на поведінку "чорної скриньки". Всі способи впливу позначають буквою x і називають вхідними параметрами, або факторами, які планують досліджувати.

Недоліком цієї моделі є великий об'єм можливих варіантів вхідних параметрів, що приводить до абсурдно великих і громіздких експериментів.

А відтак виникає потреба в пошуку методів планування експерименту, який забезпечив би вибір кількостей та умов проведення

дослідів, мінімально необхідних для пошуку оптимальних умов.

Планування експерименту можливе тільки за умов:

- керованості об'єкта дослідження;
- можливості відтворення результатів експерименту.

Планування експерименту можна описати за схемою (рис. 3.9):



Рис. 3.9. Схема планування експерименту

Охарактеризуємо стан математичного планування експерименту дещо докладніше. Розглянемо процедуру вибору параметрів оптимізації. Зазначимо, що параметр оптимізації (за яким оптимізація проводиться) повинен відповідати певним вимогам:

- бути ефективним з погляду досягнення мети;
- бути універсальним та існувати для всіх можливих станів процесу;
- мати однозначність (кожному стану об'єкта повинно відповідати одне значення параметра) та статистичну ефективність (найменший розкид повторних значень);
- бути обмеженим областю визначення;
- бути простим і зрозумілим з погляду фізичної суті.

Зазвичай використовують один, два, інколи більше параметрів

оптимізації. При використанні трьох і більше параметрів оптимізації завдання значно ускладнюється.

Наступним етапом планування експерименту є вибір факторів. Під факторами слід розуміти змінну величину, яка вимірюється в одиницях, набуває конкретного значення і здатна впливати на об'єкт дослідження.

Усі фактори можна умовно поділити на якісні та кількісні. До якісних факторів відносять різноманітні речовини (мінеральні добрива, вапнякові матеріали, органічні добрива та ін.), технологічні способи (полицевий обробіток ґрунту, рихлення ґрунту, щілювання, кротування і т.п.), апарати тощо.

Кількісні фактори, як правило, виражають числом (нормою добрив, температурою, вологістю, тривалістю процесу та ін.). Кожен із названих факторів має межу визначення (діапазон).

Під час планування експерименту фактори повинні відповідати таким вимогам:

- бути керованими, що означає можливість їх одночасного встановлення на обраних рівнях і підтримання цих значень упродовж досліду;
- бути однозначними і безпосередньо впливати на об'єкт дослідження;
- точність вимірювання факторів повинна бути за можливості високою, але з урахуванням поставленого завдання.

Слід зазначити, що сукупні фактори повинні бути незалежними і сумісними. Незалежними стосовно встановлення рівня фактора незалежно від рівня іншого фактора, а сумісними відносно їх комбінування в поєднанні без побічних ефектів (вибуху, нейтралізації, дії).

Етап відсіювання факторів спрямований на виявлення факторів, які не впливають на досліджуваний процес. Найчастіше відсіювання факторів здійснюють за даними літературних джерел або за допомогою дробного факторного експерименту.

У випадках, коли використовують для відсіювання факторів метод дробного факторного експерименту, виконують наступні операції:

- надають факторам різні значення;
- вимірюють величини параметрів оптимізації.

При цьому верхній рівень фактора позначають (+1 або +), нижній (-1 або -), а в середині області визначення фактора встановлюють нульову точку або нульовий рівень (0). Інтервали між верхнім, нульовим та нижнім рівнями обирають однаковими. Частіше всього інтервал варіювання складає від 10 до 25% максимального значення фактора.

Услід за цим складають план експерименту, який допоможе визначити ступінь впливу кожного фактора на параметр оптимізації. Повний факторний план передбачає всі комбінації факторів на двох рівнях і позначається 2^k (k - кількість факторів) за кількістю необхідних дослідів.

Для зменшення кількості дослідів використовують не повний план, а лише його частину (репліку), так званий дробний факторний план. Усі досліді з комбінацією факторів записують у вигляді таблиці (матриці), однакової (стандартної) для всіх досліджень. Щоб скористатися стандартною матрицею, значення (рівні факторів) кодуєть за формулою

$$x_i = \frac{x_i' - x_i''}{I_i},$$

де x_i — кодоване значення фактора (1, -1, 0 і под.);

x_i' — натуральне значення фактора на якомусь рівні;

x_i'' — натуральне значення фактора на нульовому рівні;

I_i — інтервал варіювання фактора (в натуральному вигляді).

Добирають такі частки реплік, за яких кількість дослідів дорівнює або трохи перебільшує число факторів k . Наприклад, для 15 факторів (повний план $2^{15} = 32768$ дослідів) можна скористатися 1/2048 репліки ($2^{15-11} = 16$ дослідів), для 7 факторів — 1/16 репліки ($2^{7-4} = 8$ дослідів) тощо.

Після цього складений план-матрицю реалізують — виконують досліді за планом. Результати у вигляді параметра оптимізації заносять до тієї самої таблиці.

Коефіцієнти, що визначають ступінь впливу факторів на параметр оптимізації, розраховують за формулою:

$$b_i = \frac{\sum y_j x_{ij}}{n},$$

де b_i — коефіцієнт регресії i -го фактора;

y_i — значення параметра оптимізації в i -му досліді;

x_{ij} — кодоване значення i -го фактора в j -му досліді;

n — кількість дослідів у матриці.

Похибку експерименту розраховують за результатами дослідів, що повторюються кілька разів за однакових умов. Рекомендується кожен дослід проводити двічі, а якщо результати різняться більш як на 10%, його повторюють ще раз. Одне з трьох значень відкидають як випадкове за критерієм Стьюдента.

Після цього підраховують середньоквадратичну похибку експерименту $S_{\text{досл}}$ і коефіцієнти регресії S_{bi} . Довірчий інтервал у разі наближених розрахунків визначають за формулою:

$$S_{bi} = \frac{S_{\text{досл}}^2}{n},$$

де n — кількість дослідів із повторенням.

Довірчий інтервал у разі наближених розрахунків визначають за формулою:

$$\Delta b_i = \pm t S_{bi} \approx 2 S_{bi},$$

де t — критерій Стьюдента.

Фактори, що мають незначний вплив на параметр оптимізації, мають коефіцієнти регресії, менші за довірчий інтервал. Такі фактори треба вилучити (відсіяти) або зафіксувати на постійному рівні.

Пошук сфер оптимуму можна здійснювати, використовуючи методи Зайделя-Гауса, Бокса-Вільсона.

Найчастіше для пошуку оптимуму застосовують схему симплекс-планування, який є найбільш наочним варіантом пошуку оптимуму для двох факторів x_1 та x_2 .

Правильним симплексом є множина $(n + 1)$ незалежних точок, що утворюють опуклий багатогранник у n -мірному просторі. У нашому випадку це буде правильний трикутник у двомірному просторі.

Будувати цей трикутник під час проведення першого експерименту доцільно таким чином, щоб одна з його вершин розміщувалася в умовно обраній точці, координати якої $x_1 = x_2 = 0$. Ця точка є аналогом нульового рівня плану факторного експерименту.

Значення факторів у визначенні координат точок доцільно представляти в умовних одиницях, а як фундаментальний параметр планування обирати сторону симплексу. При цьому інтервали варіювання згідно з геометрією симплексу можуть набувати різних значень. Для правильного трикутника вони пропорційні числам 1,0; 0,86; 0,5. Координати вершин трикутника представлені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – План експерименту у симплекс-плануванні

Номер	x_1	x_2	вихід
1(0)	0	0	y_0
2 (A)	0,5	0,86	y_A
3(B)	0	0	y_B

Як приклад розглянемо симплекс-планування для визначення оптимуму дії ферменту за двома факторами: величиною рН і температурою. За нульовий рівень, виходячи з апріорної інформації, візьмемо значення рН = 5,0 та $t = 20^\circ\text{C}$. Тоді $x_1 = 0$ (рН = 5,0) $x_2 = 0$ ($t = 20^\circ\text{C}$).

Далі перейдемо на умовні одиниці, наприклад, за умовну одиницю фактора x_1 (рН) візьмемо 0,5, а фактора x_2 (t) — 5°C . Ця система характеризується тим, що різні за своєю природою фактори, які вимірюються в різних одиницях, виражаються однотипно.

Згідно з викладеним перший експеримент щодо вивчення активності ферменту ставиться при значенні факторів, наведених у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Приклад плану експерименту в симплекс-плануванні

Номер дослідів, n	значення x_1		значення x_2	
	умовне	дійсне	умовне	дійсне
1(0)	0	5,0	0	20
2 (A)	0,5	5,5	0,86	25
3(B)	1,0	6,0	0	20

Припустимо, що після реалізації експериментів в точках O , A , B отримано значення y_0 , y_A , y_B причому $y_0 < y_A < y_B$.

Для визначення координат точки наступного кроку метод симплекс-планування передбачає дуже простий прийом — побудову нового симплексу на тій грані попереднього симплексу, яка протистоїть точці найгіршого виходу (точка O' симплексу BAO).

Для визначення координат точки O' можна обмежитися графічним методом побудови рівнобічних трикутників, що мають спільну сторону. У складніших випадках, коли число факторів $n > 2$ або за можливості використання розрахункових прийомів, координати точки O' знаходять як подвосну середню координат старого симплексу без найгіршого виходу. У нашому випадку координати точки O' у кодованому вигляді будуть такими:

$$x_1 = 2 \frac{(1+0,5)}{2} - 0 = 1,5,$$

$$x_2 = 2 \frac{(0+0,86)}{2} - 0 = 0,86.$$

Згідно із цим, активність ферменту на наступному етапі треба проводити за натуральних значень факторів $x_1 = 6,5$ (рН) та $x_2 = 25^\circ\text{C}$ (t).

Після постановки експерименту в точці O' та визначення величини виходу $y_{O'}$ його порівнюють зі значенням y_0 , y_A , y_B і проводять наступний експеримент, "перевертаючи" симплекс в той чи інший бік, доки не буде досягнуто оптимуму. Якщо симплекс починає "обертатися" навколо деякого найбільш високого значення, то після виконання $(n + 1)$ -го експерименту повторюють дослід, що дав найбільший вихід, і на цьому зупиняються.

Таким чином, використання симплекс-планування дає можливість суттєво зменшити кількість дослідів порівняно з повним факторним експериментом і не потребує додаткових складних розрахунків. До того ж він може бути використаний навіть тоді, коли функцію виходу неможливо оцінити кількісно, а тільки якісно.

При плануванні і проведенні експерименту обов'язково ведеться журнал або протокол робіт. Журнал або протокол заповнюють

акуратно, без виправлень. Особливу увагу дослідник звертає на відхилення, які у більшості випадків називають похибками спостереження. Розрізняють похибки трьох типів: систематичні, випадкові і грубі.

Систематичною називають похибку, яка залишається постійною або закономірно змінюється під час повторних визначень однієї величини. Ці похибки з'являються внаслідок несправності приладів, неточності методу вимірювання, використання для обчислювання неточних даних. Найчастіше такі похибки мають постійний знак — тільки збільшують або тільки зменшують результати. Виявити та вилучити систематичні похибки досить важко. Це потребує ретельного аналізу методів експерименту, перевірки всіх засобів вимірювання тощо. Для вилучення систематичних похибок рекомендують досліди проводити рандомізовано (у випадковій послідовності).

Випадковою називають похибку, яка під час повторних вимірювань однієї величини змінюється випадковим чином. Вона може бути завдана і об'єктивними, і суб'єктивними причинами, наприклад, недосконалістю приладів, їх освітленням та розташуванням, зміною температури в процесі вимірювання або напруги в електричній мережі тощо. Для компенсації впливу випадкових похибок кожен дослід рекомендують повторювати декілька разів. Оскільки причини, що призводять до випадкових похибок, неоднакові в кожному експерименті і не можуть бути враховані, зовсім вилучити їх неможливо, можна тільки оцінити їхнє значення. Правила визначення випадкових похибок вивчають у теорії похибок — розділі математичної статистики, що базується на теорії ймовірності.

У разі багаторазового визначення якогось показника можуть траплятися результати, що значно відрізняються від інших результатів тієї самої серії. Вони можуть бути наслідком грубої похибки, яка спричинена неуважністю експериментатора, який неправильно зробив відлік або записав одну цифру замість іншої. Таку похибку легко знайти, і вона обов'язково повинна бути вилучена з експериментальних даних.

Інтерпретація (представлення) результатів експерименту. Закінчивши дослідження, експериментатор на підставі аналізу отриманих даних повинен зробити висновки про підтвердження гіпотези наукового дослідження. Найчастіше аналіз експериментальних даних становить дослідження функцій взаємозалежності факторів і параметрів оптимізації. Якщо досліджуваний процес описано у вигляді функціональних залежностей (математичної моделі), модель можна використовувати для визначення параметрів оптимізації за будь-якого набору значень факторів у досліджуваному інтервалі. Найзручнішою та повною є така послідовність дій:

- аналіз коефіцієнтів регресії полінома (математичної моделі);
- графічний аналіз експериментальних даних;
- канонічний аналіз рівнянь;
- чисельний аналіз рівнянь.

Метою цього комплексу дій є розкриття фізичної суті досліджуваного процесу для встановлення адекватності гіпотези та експерименту.

Порівняння – це процес зіставлення предметів або явищ дійсності з метою встановлення подібності або різниці між ними, а також знаходження загального, що може бути властивим двом чи декільком об'єктам дослідження. Використання методу порівняння буде плідним, якщо при його застосуванні виконуються такі вимоги:

- порівнюватись можуть тільки такі явища, між якими може існувати певна об'єктивна спільність;
- порівняння повинно проводитись за найбільш важливими, суттєвими ознаками.

Порівняння завжди є важливою передумовою узагальнення. Різні об'єкти чи явища можуть порівнюватись безпосередньо або опосередковано через їх порівняння з яким-небудь третім об'єктом (еталоном). У першому випадку звичайно одержують якісні результати (більше-менше, вище-нижче тощо). Порівняння об'єктів з еталоном дає можливість одержати кількісні характеристики. Таке порівняння називають вимірюванням.

Відповідальний момент – встановлення точності вимірювань і похибок. *Вимірювання* є однією з найдавніших операцій, яку застосовує людина у практичній діяльності. Д.І. Менделєєв підкреслював, що наука починається з тих пір, як починають вимірювати. Методи вимірювань повинні базуватися на законах спеціальної науки – метрології, яка вивчає засоби і методи вимірювань. При експериментальному дослідженні одного й того ж процесу (спостереження і вимірювання) повторні покази на приладах, як правило, неоднакові. Ці відхилення пояснюються різними причинами: неоднорідністю властивостей об'єкта, що вивчається, недосконалістю приладів і класів їх точності, суб'єктивними властивостями експериментатора та ін. Чим більше випадкових факторів, що впливають на дослід, тим більша розбіжність у цифрах, які отримують при вимірюваннях, тобто тим більше відхилення окремих вимірювань від середнього значення. Це вимагає повторних вимірювань, а відповідно, необхідно знати їх мінімальну кількість. Під необхідною мінімальною кількістю вимірювань розуміють таку кількість вимірювань, яка у даному досліді забезпечує стійке середнє значення вимірюваної величини, що задовольняє заданий ступінь точності. Встановлення необхідної мінімальної кількості вимірювань має велике значення, оскільки забезпечує отримання найбільш об'єктивних результатів при мінімальному витрачанні часу і засобів.

Розрізняють статичні вимірювання (величина, що вимірюється, не змінюється) і динамічні (вимірювана величина змінюється). Найпростішим видом є пряме вимірювання, при якому результат отримують шляхом прямого вимірювання самої величини (наприклад, довжини або маси тіла). Але прямі вимірювання не завжди можливі. У таких випадках використовують непрямий метод, який засновано на відомій залежності між величиною, що шукають, і безпосередньо вимірюваними величинами.

Встановлені наукою зв'язки і кількісні співвідношення між різними за своєю природою фізичними явищами дозволили створити Міжнародну систему одиниць вимірювання.

Розрізняють три класи вимірювань: особливо точні (еталонні), високоточні і технічні. Результати вимірювань оцінюють похибкою,

точністю і достовірністю результатів.

Похибка вимірювань – це різниця між дійсним значенням вимірюваної величини і отриманим під час вимірювань. Похибки бувають випадковими і систематичними. Випадкові похибки обумовлені впливом на результат вимірювань неконтрольованих факторів. Вони легко виявляються і при обчисленні виключаються. Систематичні похибки обумовлені недосконалістю методу вимірювання, неточним калібруванням і встановленням вимірювальної апаратури з порушеннями, при повторних вимірюваннях вони залишаються постійними. Їх усунення досягається регулюванням або ремонтом засобів вимірювання, виключенням небажаних впливів зовнішнього середовища, заміною досліджуваного об'єкта еталоном, завчасно виміряним з високою точністю. Різниця у вимірюваннях дозволяє встановити похибку.

Точність вимірювання – це ступінь наближення виміряного до дійсного значення величини. Достовірність вимірювань характеризує ймовірність відхилення вимірювання від дійсних значень. Для підвищення точності і достовірності вимірювань необхідно зменшити похибки.

На етапі збору фактичного матеріалу і його первинної систематизації використовують методи опитування, тестування, експертної оцінки.

Опитування дає можливість отримати фактичну інформацію. Воно проводиться в усній або письмовій формі. Перед опитуванням важливо сформулювати запитання таким чином, щоб вони чітко і однозначно відповідали поставленій меті. Анкета для опитування може включати декілька блоків запитань, пов'язаних з різними сторонами об'єкта дослідження.

Різновидом вибіркового опитування є *тестування*, яке проводиться з метою виявлення суттєвих ознак об'єкта, засобів його функціонування, використовується у лабораторних експериментах, коли масове опитування через анкетування неможливе. Часто тестування проводять двічі – на початку дослідження, де воно може відігравати діагностичну функцію, і при завершенні дослідження, де воно виконає верифікаційну функцію.

Розрізняють формальні (передбачають отримати відповіді на стереотипні запитання) і неформальні (проводять у формі бесіди на тему) ситуації тестування. Тестування, на відміну від інших методів, дає змогу виявити індивідуальні характеристики об'єкта дослідження.

Метод *експертних оцінок* використовується для отримання змінних емпіричних даних. Існують різні експертні методи, які включають індивідуальні й колективні експертні оцінки. Проводиться шляхом опитування спеціальної групи (як правило 5-7 осіб) експертів (фахівців у вузькій сфері науки) з метою визначення характеру зміни певних показників, які необхідні для оцінки досліджуваного питання. У деяких випадках створюють умови, які виключають безпосереднє спілкування між членами експертної групи. За допомогою методу експертних оцінок здійснюють: аналіз складних явищ, процесів, ситуацій, що характеризуються в основному якісними ознаками, які не піддаються формалізації; прогнозування розвитку процесів у досліджуваному об'єкті та його взаємодії із зовнішнім середовищем; визначення і ранжирування за заданими критеріями найістотніших факторів, які впливають на функціонування і розвиток системи (об'єкта); оцінювання альтернативних розв'язків і вибір найбільш вдалих.

Основними етапами реалізації методу експертних оцінок є: організація експертизи, формулювання проблеми і мети експерименту, встановлення відповідальності і прав робочої групи, добір експертів, проведення опитування, аналіз і обробка результатів.

На другому етапі дослідження проводять обробку отриманих даних, встановлюють залежність кількісних і якісних показників аналізу, інтерпретацію їхнього змісту. Для цього використовують методи статистичного аналізу: кореляційний, факторний аналізи, метод імплікаційних шкал, контент-аналіз та ін.

Кореляційний аналіз – це процедура для вивчення взаємозв'язку між досліджуваними величинами. Діалектичний підхід до вивчення природи і суспільства вимагає розгляду явища у їх взаємозв'язку і безперервній зміні. Теорія кореляції дозволяє виразити ці взаємозв'язки у кількісній формі – коефіцієнт кореляції, який вказує на тісноту зв'язку між двома змінними.

Факторний аналіз дає можливість встановити багатомірні зв'язки змінних величин за кількома ознаками. Факторний аналіз дає змогу подати отримані результати в узагальненому вигляді.

Метод *імплікаційних шкал* застосовується як наочна форма виміру та оцінки отриманих даних, які градууються за кількістю або інтенсивністю ознак. Шкали класифікують за типами або рівнем виміру. Прості шкали дають однозначну оцінку тієї або іншої ознаки, серію шкал можна перетворити в єдину шкалу значень окремих ознак. Така процедура називається шкалюванням.

Контент-аналіз допомагає пояснити зміст інформації через кількісні показники. Останнім часом контент-аналіз використовують для якісно-кількісного аналізу змісту сукупності текстового масиву. Цей метод переважно застосовують на доповнення до традиційних методів логіко-аналітичного аналізу текстових масивів (опублікованих і неопублікованих), а не до окремих текстів. Суть методу полягає в знаходженні і виділенні у тексті певних смислових понять, одиниць аналізу, що становлять інтерес для дослідника, а також для встановлення частоти їх застосування в документі.

3.4. Соціоекологічні дослідження

Особливим видом наукових досліджень є соціоекологічні дослідження. Одним з основних видів соціологічних досліджень є опитування громадської думки, яке полягає у збиранні інформації про спільну думку певного контингенту населення з актуального питання. Саме воно останнім часом широко використовується у соціоекологічній сфері. Розпочинаються такі дослідження з розробки програми.

Програма дослідження – це документ, який регламентує всі етапи, стадії підготовки, організації та проведення конкретного дослідження.

Вона визначає послідовність етапів, забезпечує якість, надійність отриманої інформації. Одночасно програма, по суті, є методологією конкретного вивчення об'єкта, явища, процесу.

До вимог при розробці програми слід віднести наступні:

- теоретико-методологічна обґрунтованість;
- структурна повнота (наявність у програмі всіх структурних елементів);
- логічна послідовність всіх елементів, ланок програми;
- гнучкість програми (можливість вносити корективи);
- ясність, точність, деталізація програми.

Одночасно програма соціоекологічного дослідження виконує певні функції:

- методологічну (визначає проблему, мету, завдання та вихідні уявлення про досліджуваний об'єкт);
- методичну (розробляє загальний логічний план дослідження, методи збирання і аналізу отриманої інформації, процесу дослідження);
- організаційну (розробляє систему розподілу праці між науковцями та систему контролю за ходом досліджень).

У науковій літературі вважається, що структура програми соціоекологічних досліджень повинна обов'язково складатися з двох розділів: методологічного і методичного (рис 3.10). Незважаючи на те, що елементи програми тісно взаємопов'язані і утворюють певну єдність, їх змістовне наповнення має ряд особливостей і відмінностей.

Наукова проблема повинна:

- встановити реальне існування даної проблеми, яке може бути вирішене екологічними і соціальними науками;
- виділити найбільш важливі елементи, які потребують вирішення в процесі досліджень;
- виділити в проблемі головні і другорядні компоненти для визначення напрямку досліджень;
- проаналізувати наявні рішення аналогічних проблем.

За своєю складністю проблеми соціоекологічних досліджень можна поділити на:

- локальні (на рівні окремих підприємств, трудових колективів);
- регіональні (на рівні великих підприємств, населених пунктів, регіонів);
- загальнодержавні (на рівні суспільства в цілому).



Рис. 3.10. Програма соціоекологічного дослідження

Слід звернути увагу на те, що формулювання проблеми визначає вид дослідження. Воно, відповідно, може бути розвідувальним, описовим, аналітичним. Від обраної проблеми залежить зміст мети, завдання досліджень, а також вибір об'єкта і предмета досліджень.

Зауважимо, що при виборі мети досліджень необхідно спрогнозувати очікуваний кінцевий результат досліджень, те, що має бути досягнутим.

Мета досліджень – це очікуваний кінцевий результат, те, що має бути досягнуте в результаті дослідження обраної проблеми, явища, процесу.

Цілком очевидно, що мета визначає загальну спрямованість дослідження. Вона може мати як теоретичний, так і прикладний, практичний характер, а, відповідно, і дослідження будуть за змістом теоретичними або прикладними.

Об'єкт дослідження – це будь-який об'єкт, явище, процес, що містить соціоекологічні протиріччя і породжує проблемну ситуацію, на яку спрямований процес пізнання.

Об'єкт дослідження характеризується структурою і кількістю.

Предметом досліджень є ті властивості та сторони об'єкта, явища, процеси, які відображають приховані в них протиріччя або ту проблему, яка досліджується. У соціоекологічних дослідженнях це можуть бути характеристики діяльності людей (потреби, інтереси, сукупності підприємств).

Завершальним етапом розробки методологічного розділу програми соціоекологічних досліджень є висунення і перевірка гіпотез.

Завдання дослідження – це сукупність конкретних цільових установок, які спрямовані на аналіз і вирішення проблеми.

Завдання, їх може бути 4-6, повинні розкривати зміст предмета дослідження і мають узгоджуватися з гіпотезою. Якщо мета досліджень теоретична, то і завдання повинні мати теоретичний характер, а у прикладному дослідженні – прикладний.

Методичний розділ соціоекологічних досліджень, як правило, включає:

- обґрунтування вибірки;
- підбір і обґрунтування методів дослідження;
- логічну структуру інструментарію;
- робочий план дослідження.

У програмі необхідно визначити, який тип дослідження буде використаний: суцільний чи вибірковий. Слід зазначити, що

вибірковий метод має певні переваги, а саме: значно скорочує витрати часу при анкетному опитуванні, інтерв'ю, спостереженнях, аналізі документів, експерименту.

Особливу увагу звертають на обґрунтування методів збирання первинної інформації. У цьому випадку до уваги потрібно брати:

- економічність досліджень не повинна зашкодити якості даних;
- адекватність обраних методів;
- надійність методу забезпечити за рахунок дотримання правил його застосування;
- вибір методу повинен залежати від мети дослідження.

У методичній частині опрацьовується логічна структура інструментарію, яка вказує, на виявлення яких властивостей предмета дослідження спрямовувати блок питань. Інструментарій соціоекологічних досліджень включає анкети, бланки підприємств, звіти, плани, опитувальні листки, методики збирання даних і т.п. Важливо також мати розроблену логічну схему обробки первинної інформації.

Слід звернути увагу на складання робочого плану досліджень. Його призначення полягає в тому, що він упорядковує основні етапи дослідження згідно з програмою, календарними строками, матеріальними і людськими ресурсами. Бажано передбачити всі види робіт і ресурсних витрат та строків підготовки звітів про виконану науково-дослідну роботу.

При проведенні наукових досліджень з проблеми стійкого розвитку суттєву роль відіграють соціологічні дослідження. Розрізняють декілька етапів їх проведення: підготовчо-організаційні, збирання, обробки, аналізу інформації і підготовки висновків, впровадження рекомендацій (рис 3.11).

Особливу увагу слід звернути на перший етап, на якому розробляється програма та робочий план дослідження, обґрунтовується методика досліджень, розробляється система збирання первинних даних та обирається об'єкт досліджень. Помилки та прорахунки, допущені свідомо або несвідомо на цьому етапі, як правило, неможливо виправити.

Зміст та послідовність проведення робіт на етапах соціологічних досліджень можна звести до наступного:

1. Підготовчий чи підготовчо-організаційний етап:
 - передпрограме вивчення проблеми;
 - складання та затвердження робочого плану дослідження;
 - розробка та затвердження програми дослідження;
 - підготовка інструментарію (розробка анкет, бланків, інтерв'ю, карток аналізу документів, інструкцій інтерв'юерам, опитувачам та розмноження цих документів);
 - випробування, перевірка інструментарію (пілотне дослідження);
 - складання програм обробки даних.
2. Збирання та обробка інформації:
 - збирання інформації;
 - підготовка зібраних даних до обробки (відбракування, кодування, узагальнення відкритих відповідей, уведення в ЕОМ);
 - опрацювання одержаної інформації.
3. Аналіз та інтерпретація інформації:
 - аналіз результатів математичної обробки одержаної інформації;
 - розробка висновків та пропозицій (рекомендацій) за результатами соціологічного дослідження;
 - складання підсумкового документа соціологічного дослідження (інформації, інформаційної або аналітичної записки, звіту та додатків до нього).
4. Впровадження одержаних результатів у практику:
 - складання доповідної записки;
 - підготовка проекту документа стосовно заходів чи пропозицій за результатами дослідження.

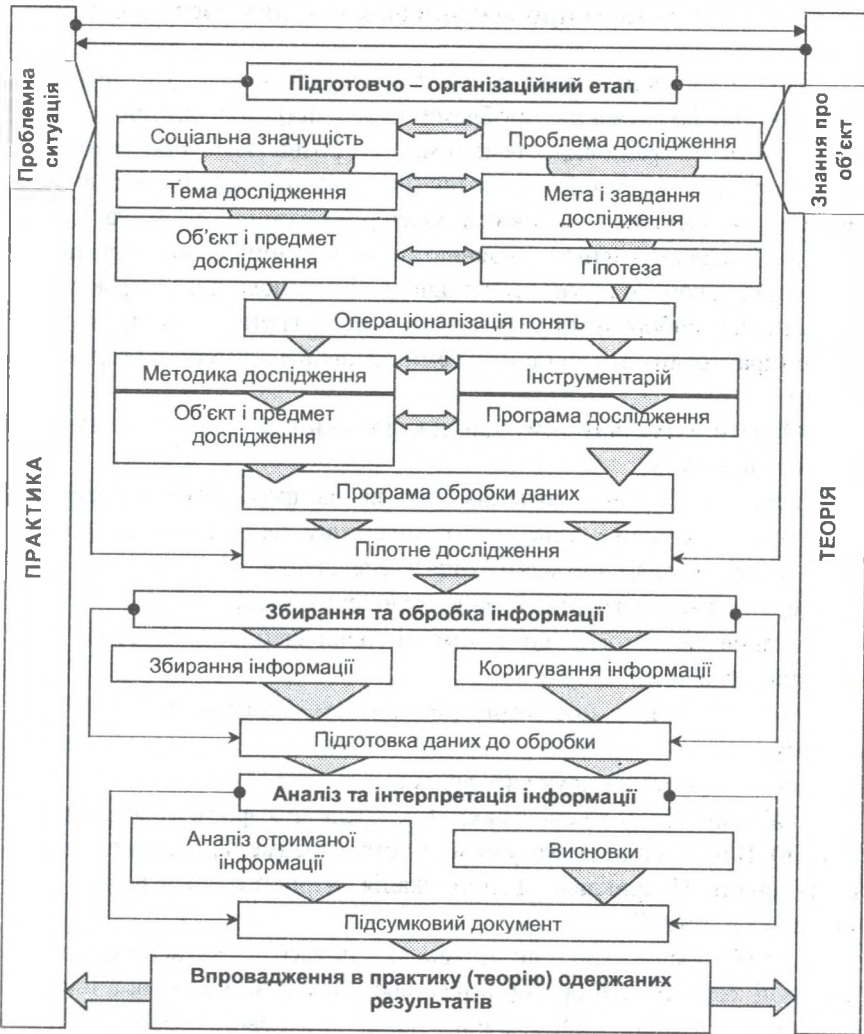


Рис. 3.11. Етапи соціологічного дослідження

3.5. Особливості проведення екологічних досліджень

При проведенні досліджень з екології особливу увагу слід звернути на формування проблеми (завдання) досліджень й теми. Розрізняють три різновиди тем: теми, що розвивають проблеми, над якими працює науковий колектив (наукова школа); ініціативні; на замовлення. Оскільки основним критерієм теми є її актуальність, новизна і перспективність, наявність теоретичної бази, можливість отримання економічного, соціального і екологічного ефекту, то перевагу при виборі теми слід надати першій групі. У цьому випадку маємо гарантовану відповідність теми основним критеріям (перевірені часом).

Обрати актуальну тему для досліджень в екології допомагають наступні прийоми:

- вивчення тематики наукових досліджень провідних університетів, програм досліджень наукового колективу, де виконується робота, а також програм, що мають галузеве значення;
- перегляд каталогів (булетенів) захищених дисертацій;
- встановлення того, що і ким опубліковано з конкретної теми (споріднених);
- ознайомлення з новітніми результатами досліджень з обраної теми;
- перегляд відомих наукових рішень.

Обравши тему і усвідомивши її, дослідник формулює назву (до 13 слів). Назва повинна вказувати на тему (предмет) досліджень і його завершеність. Наприклад, „Фітоіндикація антропогенного забруднення водних екосистем”.

Тема досліджень, як правило, потребує затвердження на засіданні кафедри, лабораторій науково-дослідних установ, а інколи і на вчених радах. Остаточна назва наукової роботи (теми) формулюється в кінці роботи над нею.

Вибір теми екологічних досліджень (як і будь-яких інших), завершують пояснювальною запискою, яка є розгорнутим планом-конспектом наукової роботи. План-конспект відтворює основний зміст її частин, а саме: актуальність теми, мету і завдання досліджень,

структуру.

На подальшому етапі дослідник складає план-проспект, за яким буде здійснюватися збір інформації з обраної теми.

Найвідповідальнішим етапом наукового дослідження в екології є отримання і аналізування первинної і вторинної інформації з обраної теми.

Первинна інформація – це вихідна інформація, яка є результатом безпосередніх екологічних досліджень.

Вторинна інформація – це результат аналітико-синтетичної обробки, переосмислення первинної інформації.

Первинна і вторинна інформації є основою написання звіту про наукову роботу. Вона також є доказовою базою для обґрунтованості отриманих наукових положень, їх достовірності й новизни.

Загальну схему процесу збору та аналізу наукової інформації можна подати у вигляді схеми (рис. 3.12).

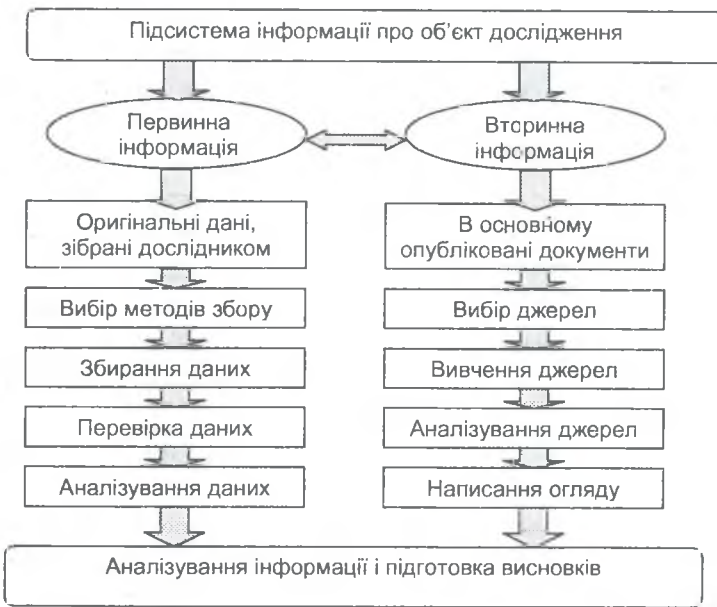


Рис. 3.12. Загальна схема процесу збору та аналізу наукової інформації

Як видно з рисунку 3.12, підсистема інформації передбачає планомірне збирання та узагальнення первинної і вторинної наукової інформації з теми дослідження. Процес накопичення та обробки інформації має наступні складові:

- *визначення проблеми* – формування об'єкта (предмета) дослідження. Слід провести попередню обробку, тобто чітко визначити тему, використовуючи неформальний аналіз. Потім – підсумкове дослідження, тобто структурований збір даних та аналіз для вирішення конкретного завдання;
- *аналіз вторинної інформації* (опублікованої інформації з теми дослідження);
- *отримання первинної інформації* (тільки отриманих даних для вирішення конкретного завдання чи питання);
- *висновки і рекомендації* (висновки, отримані на основі аналізу літературних джерел і зібраних даних);
- *використання результатів* (можливість використання результатів як на даному етапі, так і в перспективі).

Слід зазначити, що забезпечення якості наукового дослідження в значній мірі обумовлюється знанням опублікованих (вторинних) джерел інформації, який дозволяє виявити рівень вивченості обраної для дослідження теми (проблеми), підготувати огляд літератури та встановити коло невирішених питань. Зазвичай для цього у бібліотеках використовують систематичні і предметні каталоги, бібліографічні й довідкові видання, монографії, енциклопедії, енциклопедичні словники та підручники. Особливої уваги дослідника заслуговують періодичні видання з обраної тематики, наукові статті, опубліковані у зарубіжних виданнях.

На наступному етапі роботи дослідник повинен створити картотеку опрацьованих літературних джерел з обраної теми.

У полі зору дослідника повинні бути також інформаційні видання, які випускають інститути, служби науково-технічної інформації, центри інформації, бібліотеки. Видання названих вище інститутів і організацій поділяються на три види: бібліографічні,

реферативні та оглядові.

Бібліографічні видання містять упорядковану структуру бібліографічних записів, які вказують, що видано з питання, яке цікавить дослідника. Бібліографічні покажчики є, по суті, сигнальними, часто без анотацій і рефератів.

Реферативні видання містять публікації рефератів, що включають скорочений виклад змісту первинних документів і висновки. Особливу цінність мають реферативні журнали, збірники та інформаційні листки. Поряд з цим використовують автоматизовані інформаційно-пошукові системи, банки даних *Internet*. Особливе значення в пошуку та аналізі літературних джерел, що видані в минулі роки, має ретроспективна бібліографія. Представлена вона переважно посібниками. Серед них поширені тематичні покажчики, огляди, каталоги, прайс-листи видавництва. Серед них особливо цінними є огляди та тематичні покажчики.

Зауважимо, що більшість наукової продукції (статті, брошури, монографії та ін.) включають в себе посилання на попередньо отримані знання. Цей аналіз наукової літератури виконує певні функції, а саме:

- виявляє здобутки науки, її досягнення і недоліки, помилки і прогалини;
- сприяє визначенню основних тенденцій у поглядах фахівців на проблему з огляду на те, що вже зроблено в науці;
- дає змогу визначити актуальність, рівень розробленості проблеми, яку вивчає дослідник;
- дає матеріал для вибору аспектів і напрямів дослідження, його мети і завдань, а також теоретичних побудов;
- забезпечує достовірність висновків і результатів пошуків дослідника, зв'язок його концепції із загальним розвитком теорії.

Відповідно до цього, досліднику необхідно ознайомитися зі станом як науки в цілому, так і вивчення конкретної проблеми, питання зокрема. Бажано виписати ідеї, які можуть стати базовими з

обраної для дослідження проблеми. Вивчення літературних джерел – процес творчий і здійснювати його необхідно не для запозичення, а для аналізу отриманої інформації і вироблення власної наукової концепції. Для економії часу дослідник використовує лише ту інформацію, яка має відношення до теми досліджень і відбирає лише наукові факти. При аналізі фактів дослідник має бути об'єктивним і звертати увагу не лише на ті факти, які зрозумілі, але і на ті, які важко пояснити на даний момент вивчення проблеми. У подальшому такі факти можуть сприяти більш глибокому розумінню проблеми, яку досліджує науковець.

Важливу роль при аналізуванні літературних джерел відіграють цитати, які використовують для підтвердження окремих суджень, що висловлює дослідник. При цитуванні джерел слід дотримуватися наступних правил:

- цитати мають бути точними;
- не можна переключувати основний зміст поглядів автора;
- використання цитат має бути оптимальним, тобто визначатися потребами розробки теми наукових досліджень;
- необхідно точно зазначати джерело цитування;
- цитати повинні органічно "вписуватися" в контекст наукової роботи.

Поряд із прямим цитуванням часто використовують переказ тексту першоджерела. У такому разі текст переказу старанно звіряють з першоджерелом.

Найважливішим результатом аналізу є огляд літератури з обраної для дослідження проблеми або теми. Упорядкування поглядів вчених доцільно здійснювати у такому порядку:

- сутність даного явища чи процесу (позиція декількох авторів збігається в якомусь аспекті);
- що становить зміст даного процесу чи явища (його компоненти, ланцюги, стадії, етапи розвитку);
- погляди вчених з приводу вирішення даної проблеми на практиці (хто і який напрям розробив);

- які труднощі, виявлені у попередніх дослідженнях, трапляються при практичному вирішенні завдання;
- які чинники, умови ефективного розвитку процесу чи явища в даній галузі виділені вченими.

На основі аналізу літератури укладається огляд літератури за темою, уточнюється тема, об'єкт і предмет дослідження.

Огляд літературних джерел повинен допомогти досліднику визначити новий науковий напрям, який потребує наукового дослідження.

Першочерговими завданнями огляду літературних джерел є:

- ознайомлення з матеріалами за темою досліджень, їх класифікація, відбір найцінніших досліджень, основних, фундаментальних робіт, базових результатів. При цьому слід вивчати літературу не лише з вузької теми, а й з більш широких тем, близьких до теми дослідження;
- виявлення основного кола працівників, які досліджували тему, вивчення їх внеску в розробку проблеми;
- виявлення найцікавіших, але недостатньо висвітлених напрямів досліджень, які могли б стати темою наукової роботи. Слід виявити і проаналізувати різні точки зору на вирішення проблеми, дати оцінку, пропозиції, зауваження;
- наведення переліку невирішених питань;
- формулювання основних напрямів наукових досліджень: їх актуальності і кінцевої мети, завдань, аспекту розгляду.

Слід зважати на такі основні критерії правильності написання огляду:

- огляд пишеться не за авторами, а згідно із завданням дослідження;
- огляд повинен виявити професійну компетентність науковця, його особистий внесок у розробку теми порівняно з уже відомими дослідженнями;
- огляд написано правильно, якщо його можна опублікувати як самостійну статтю.

Важко переоцінити роль первинної інформації, яка є складовою підсистеми інформації і має важливе значення для перевірки робочої гіпотези, конкретизації проблеми та підтвердження достовірності висновків і результатів дослідження. Зауважимо, що робоча гіпотеза допомагає встановити напрямки і межі дослідження. Одночасно вона має забезпечити достовірність та перевірку її положень на емпіричному матеріалі. Перевірку робочої гіпотези досліджень здійснюють, як правило, сукупністю методів і засобів збору, обробки та аналізу інформації. Наприклад, для перевірки робочої гіпотези наукових досліджень рекомендуються наступні методи і засоби збору даних (табл. 3.5).

Первинна і вторинна інформації, отримані в результаті проведеного дослідження, обробляються за допомогою сучасних статистичних методів.

Слід зазначити, що узагальнення первинної і вторинної інформації з теми досліджень забезпечують наукову обґрунтованість теоретичних або експериментальних результатів, отриманих особисто дослідником і висунутих ним для оприлюднення.

Таблиця 3.5 – Методи і засоби збору даних для перевірки робочої гіпотези

1. Хто збирає дані?	Дослідник може робити це самостійно або залучати сторонніх осіб (установи, організації)
2. Яку інформацію необхідно збирати?	Види та обсяги необхідної інформації визначаються тематикою дослідження, метою і завданнями, що сформульовані у науковій роботі
3. Кого і що передбачається досліджувати?	Слід визначити об'єкти дослідження, порядок збору даних. Є два підходи до вибірки, яка використовувалася для великих і розосереджених сукупностей: - імовірний; - детермінований (елементи вибирають з міркувань зручності або прийнятого рішення). Слід визначити розмір вибірки

Продовження таблиці 3.5.

5. Скільки буде коштувати дослідження?	<p>Слід чітко визначити:</p> <ul style="list-style-type: none"> - загальні і конкретні витрати дослідження; - час (опитуваних, дослідників), витрачений на дослідження; - використання комп'ютера; - використання паперу; - засоби заохочування відповідей опитуваних (якщо вони передбачаються)
4. Які методи збору слід використати?	<p>Основні види:</p> <p><i>опитування</i> – систематичний збір інформації від опитуваних за допомогою: безпосереднього опитування, опитування по телефону, поштою. Опитування може бути відкритим (указується реальна мета дослідження) або прихованим (реальна мета не повідомляється). Так можна отримати щирі відповіді;</p> <p><i>спостереження</i> – аналітичний метод, за допомогою якого вивчають і фіксують нинішню поведінку і результат минулої поведінки (в основному в реальних ситуаціях);</p> <p><i>експеримент</i> – тип дослідження, коли в контрольованих умовах змінюється один або кілька факторів;</p> <p><i>імітація</i> – оснований на використанні ЕОМ метод, який відтворює застосування різноманітних факторів на папері, а не в реальних умовах:</p> <ul style="list-style-type: none"> а) будується модель контрольованих і неконтрольованих факторів; б) різноманітні сполучення закладаються в комп'ютер; в) визначається вплив на загальну стратегію дослідження.
6. Як збиратимуться дані?	<p>Слід визначити необхідний для збору персонал (його можливості, кваліфікацію і компетентність).</p> <p>Збір даних може здійснюватися двома способами:</p> <ul style="list-style-type: none"> - інтерв'юери ставлять запитання і спостерігають за поведінкою, фіксують відповіді і поведінку, за необхідності пояснюють питання; - опитувані читають запитання і пишуть свої відповіді.
7. Який термін збору даних?	<p>Дослідник повинен визначити, скільки часу він витратить на дослідження (затягування дослідження може призвести до неспівставності відповідей)</p>

3.6. Характеристика методів екологічних досліджень

Більшість екологічних досліджень здійснюється з використанням системного аналізу та комплексного підходу. В останні роки значного поширення зазнав синергетичний підхід, який 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 та експерименти в лабораторіях – токсикологічні, біохімічні, біофізичні, фізіологічні та ін.

До третьої групи належать ландшафтно-екологічні дослідження. Це, насамперед, 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, прогнозу оцінки динаміки техногенних процесів та антропогенних змін ландшафтів, екологічного картування ландшафтів та вивчення типів антропогенних перетворень ландшафтів (рис. 3.13).

Зміст основних методів дослідження ландшафтів природних ресурсів наведено у таблиці 3.6.



Рис. 3.13. Типізація сучасних методів дослідження ландшафтів

Таблиця 3.6 – Методи наукових досліджень в екології

Назва методу 1	Зміст методу наукового дослідження в екології 2
Картографічний	Метод застосовують при дослідженні закономірностей і взаємозв'язків, динаміки розвитку явищ. Здійснюють це накладанням двох карт і вивченням узгодженості контурів на них. Динаміку змін у часі досліджують на різночасових картах.
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 і балансу речовини), опису (типізації станів геосистем у розрізі сезонів року).
Математичний	Метод застосовують для абстрагованого, 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). Нерідко застосовують метод потенційних функцій, метод гіперплощин, метод гіперсфер.

Продовження таблиці 3.6

1	2
Імітаційного моделювання	Метод застосовують для дослідження просторового розповсюдження хвороб, епідемій. Застосовують моделі: гравітаційні (аналоги моделі тяжіння Ньютона); диференційних рівнянь (імітують просторово-часове розповсюдження хвороб); Монте-Карло (Колмогорова, Жеденко)
Екологічного аудиту	Метод використовується для екологічної експрес-оцінки інвестиційних ризиків, оцінки 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)
Гідрохімічний	Метод забезпечує вивчення речовинного складу поверхневих та підземних вод. Обсяги гідрохімічних досліджень визначають, виходячи з природної захищеності водних ресурсів та рівнів їх забруднення.
Біогеохімічний	Метод використовується для вивчення речовинного складу рослинності в залежності від впливу на навколишнє середовище будь-якого специфічного забруднювача. Цим методом досліджують молоді рослини чи паростки 3-5 річного віку, бажано одного виду. Досліджують 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 і оцінки 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.

Продовження таблиці 3.6

1	2
Біоіндикаційний	Метод застосовують для оцінки абіотичних і біотичних чинників середовища за допомогою біологічних систем (індикаторів). Ними можуть бути рослини, мікроорганізми, гриби. Біоіндикатори використовують при веденні двох типів моніторингу: пасивного і активного. При пасивному моніторингу виявляють видимі і непомітні пошкодження чи відхилення від норми 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.

3.6.1. Географічний опис

Метод географічного опису виконується для вивчення елементарних природно-територіальних комплексів (ПТК) і територій різного розміру (ландшафтів). Слід зазначити, що географічні описи можуть бути комплексними та проблемними. Типовим представником 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, в межах якої формується одна рослинна асоціація на одному різновиді ґрунту.

Тоді як при описі ландшафту слід відобразити мозаїчність території. А тому у характеристиці ландшафту, крім його загальних властивостей, описують, зазвичай, і його основні місцевості і урочища.

Для географічних описів використовують типові бланки описів, які доповнюють спеціальною частиною, до якої заносять додаткові характеристики об'єктів, що вивчаються.

При описах встановлюють парні зв'язки характеристик ПТК, а потім здійснюють аналіз зв'язків у середині чотирьох основних блоків: геоморфологічного, гідротермічного, біотичного і ґрунтового.

На підставі цього аналізу створюють модель взаємодії окремих блоків із видами ПТК (рис. 3.14).

У випадках, коли ступінь зв'язку між факторами дуже сильний, то коефіцієнт зв'язку K_i прагне до 1. Якщо зв'язку немає, то K_i близький до 0.

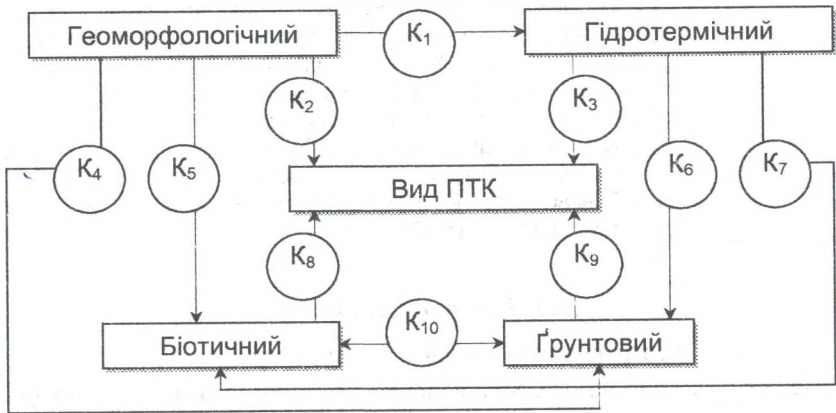


Рис. 3.14. Інформаційна модель взаємодії окремих блоків фації з видами ПТК і внутрішньо-блокові зв'язки. Стрілками показано напрямки зв'язку, K_i – міра зв'язку

3.6.2. 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. Характеризуються вони наступними властивостями:

- 1) комплексне зображення ландшафтної структури, включаючи основні природні і антропогенні компоненти;
- 2) широкий спектральний діапазон знімання, про що сказано вище;
- 3) високий огляд знімків (вони можуть охоплювати площі від 10

тис. км² до півкулі Землі загалом);

4) велика різноманітність масштабів зйомки (більше 1:200 000 – 1:1 000 000 000);

5) різна періодичність знімання – від десятків хвилин до десятків років;

б) багаторазове покриття Земної кулі.

Космічні методи вдало доповнюють традиційні наземні і 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 встановлюють просторову диференціацію ґрунтового покриву, 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.

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

3.6.3. Геохімічні методи

Геохімічний метод застосовують для дослідження розподілу, процесів міграції і концентрації хімічних елементів та їхніх сполук у різних геосферах. Проводять 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 оцінку 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 (геосфер, екосистем). Розрізняють глобальні, регіональні і локальні кларки.

На даний час встановлено низку глобальних кларків літосфери і основних типів гірських порід. Вміст 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_i до кларку літосфери K :

$$KK = \frac{C_i}{K} > 1.$$

Ця величина завжди більше 0. Якщо $KK = 1$, то й вміст елемента в об'єкті рівний його вмісту у літосфері. У тому разі, коли C_i набагато менше K , для отримання цілих чисел і більшої контрастності показника доцільно розраховувати зворотні величини — кларки розсіювання (КР), що показують, в скільки разів кларк більше вмісту елемента в певному об'єкті:

$$KP = \frac{K}{C_i} < 1.$$

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

Кларки живої речовини характеризують хімічний склад організмів Землі. При дослідженнях 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 враховувати, 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, який визначається сімействами, родами і видами рослин.

При дослідженні *ландшафтно-геохімічної системи* застосовують R-аналіз, який забезпечує вивчення геохімічної диференціації вертикального профілю різних елементарних ландшафтів. При цьому для характеристики геохімічної структури застосовують ряд коефіцієнтів.

Насамперед коефіцієнт радіальної диференціації R , що є відношенням (валового або рухомого) хімічного елементу в генетичному горизонті ґрунту до його вмісту у ґрунтоутвірчій породі.

Розрізняють ряди елементів: сильного накопичення ($R > 5$), середнього накопичення ($R = 2-5$), винесення ($R < 1$).

Відомий, використовується в дослідженнях, показник – коефіцієнт біологічного поглинання (A_x).

$$A_x = \frac{C}{n},$$

де C – вміст елемента в зоні рослин; n – вміст цього елемента в ґрунті.

М.А. Глазовська запропонувала визначати:

- коефіцієнт біогеохімічної активності K_b (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).

Поряд з цим, для встановлення основних особливостей просторової геохімічної структури здійснюють L -аналіз, який вивчає локальні каскадні системи – ландшафтно-геохімічні (ґрунтово-геохімічні) катени – ряди ландшафтів або ґрунтів, розташованих на одному схилі. У цих випадках визначають коефіцієнти місцевої K_m (відношення вмісту елемента в ґрунтах прилеглих ландшафтів до його вмісту в ґрунтах і корі вивітрювання автономних ландшафтів).

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

Основною сферою застосування методів геохімії ландшафтів нині стало вирішення 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. На регіональному рівні такі оцінки містять наступні блоки:

- оцінку природного геохімічного фону регіону;
- аналіз геохімічного впливу сільського господарства на природні геосистеми;
- оцінку стану і ступеня забруднення промислових центрів, впливи гірничодобувного виробництва на довкілля;
- комплексне еколого-геохімічне картографування і районування території за ступенем забруднення на відповідь реакціям і стійкості природних геосистем до техногенних дій.

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

Підготовчий етап ландшафтно-екологічних досліджень складається з:

- планування робіт з визначенням території, масштабів, термінів, завдань і кінцевих результатів робіт;
- складання та затвердження проектно-кошторисної документації з визначенням сполучення компонентів усіх послідовних видів робіт, їх складу й обсягів;
- збору та узагальнення попередніх досліджень на території робіт; складання попередньої схеми ландшафтно-геохімічної структури території досліджень з визначенням точок або маршрутів польових спостережень.

Польовий етап у загальному випадку містить:

- уточнення точок спостережень;

- комплексний опис геоморфологічних, ботанічних, гідрологічних, гідрогеологічних, ґрунтових ознак ландшафтів, прояви антропогенних і техногенних процесів;

- відбір проб рослинності, ґрунтів, ґрунтоутворювальних порід, підземних і поверхневих вод, донних відкладень, іноді – ґрунтового й атмосферного повітря, промислових стоків і твердих скидів.

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

Найбільш повний комплекс спостережень містить такі характеристики:

1) місцезнаходження точки спостережень: назву населеного пункту, найближчого водотоку, переважаючі висотні позначки, шляхові магістралі та ін.;

2) геоморфологічну характеристику: розташування точки у рельєфі;

3) гідрогеологічну характеристику: зволоженість і рівень появи ґрунтових вод, рівень води у колодязях, динамічний тип джерел, фізичні і хімічні властивості підземних вод – температура, прозорість, запах, механічні й органічні домішки;

4) гідрологічну характеристику: форма та розмір русла, структура долини річки, глибина та ширина водної поверхні;

5) геологічну характеристику четвертинних і дочетвертинних відкладень;

6) опис рослинного покриву: тип і видовий склад рослинності;

7) опис ґрунтового розрізу, включаючи ґрунтоутворювальну породу;

8) джерела техногенного впливу на поверхню ландшафту: дороги, відвали, відстійники, будівлі, смітники та ін.

У точках спостережень здійснюють відбір проб природних вод, ґрунтів, рослинності, позначаючи їх номери у польовому журналі та на етикетці стандартного зразка. Кількість проб та інтервали

опробування відповідають проектній документації, обсяги проб – виду лабораторних досліджень. Номери, вид проби та 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 та контрольними вимірами розраховують систематичні та випадкові похибки вимірювань.

До найбільш загальних методів геохімічних досліджень належать:

- визначення агрохімічних характеристик ґрунтів;
- зольності рослинності;
- хімічного складу проб грантів, донних відкладень, золи рослинності, природних вод;
- визначення форм існування елементів, включаючи передусім рухомі форми.

При потребі проводять супутні аналітичні дослідження із застосуванням сучасних методів визначення хімічних елементів.

Методи обробки й аналізу ландшафтно-екологічних матеріалів визначають передусім відповідно до цільового завдання та завдань досліджень загалом, які можна об'єднати у три групи питань:

1. З'ясування радіальної та латеральної структури ландшафтів території досліджень.
2. Якісно-кількісна оцінка антропогенно-техногенного стану, процесів, явищ і джерел впливу на території відповідних ландшафтів.
3. Прогнозна оцінка динаміки техногенних процесів та антропогенних змін території ландшафтів.

3.6.4. Прогнозні методи

Екологічне прогнозування здійснюється з метою оцінки передбачуваної реакції довкілля на пряму або опосередковану дію людини, вирішення завдань майбутнього раціонального використання природних ресурсів у зв'язку з очікуваним етапом довкілля. Прогнози спрямовані на передбачення можливої поведінки природних систем, які змінюються як під впливом природних процесів, так і антропогенних чинників.

Прогнози поділяють за часом, масштабами прогнозованих явищ і змістом (рис. 3.15).

За часом розрізняють такі види прогнозів: надкороткочасні (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.



Рис. 3.15. Види прогнозів

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. Всі методи прогнозування можна об'єднати в дві групи: логічні і формалізовані (рис. 3.16).

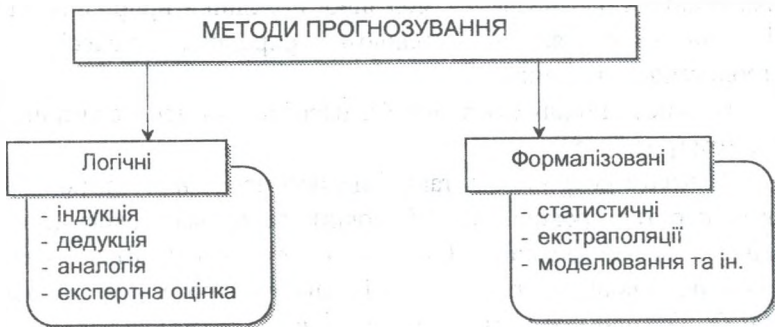


Рис. 3.16. Методи прогнозування

До *логічних* належать методи індукції, дедукції, експертних оцінок, аналогії, 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 і 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), які зображені на рисунку 3.17. З матеріальних моделей у природокористуванні найпоширеніші фізичні моделі. Наприклад, за створення великих проектів, 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.

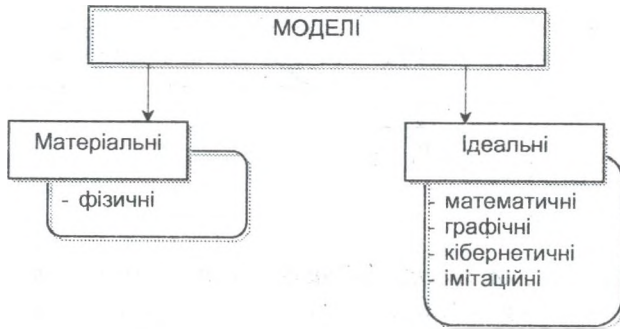


Рис. 3.17. Види моделей

Моделі *математичні* – за допомогою математичних символів дозволяють будувати спрощену абстрактну систему, яка подібна 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 і проведенні модельних експериментів, отримали назву *імітаційних*.

Графічні моделі становлять блокові схеми (рис. 3.18) або розкривають залежність між процесами у вигляді таблиці-графіка. Графічна модель дає змогу конструювати складні еко- і геосистеми.

За розміром території всі моделі можуть бути: локальними,

регіональними і глобальними.

Зауважимо, що ландшафтно-екологічне прогнозування за головну мету має оцінку в часі динаміки й особливостей розвитку антропогенних змін ландшафтів, передбачень динаміки параметрів стану довкілля, здатних впливати на стан здоров'я людини та вирішення спеціальних завдань екологічного спрямування.

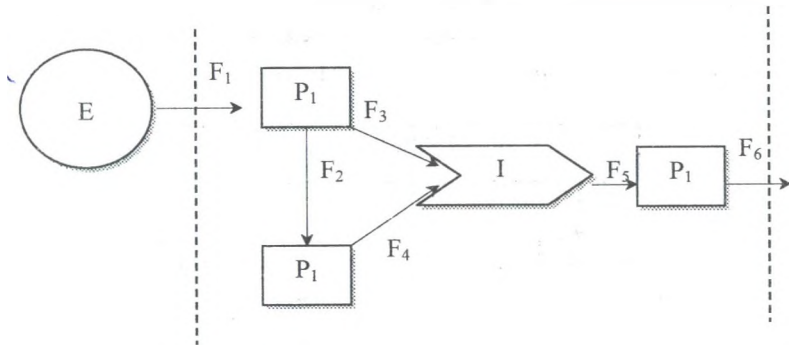


Рис. 3.18. Блок-схема, на якій зображено чотири основні компоненти, які враховують у моделюванні екологічних систем (Одум, 1986):
E – рухома сила; *P* – властивості; *F* – потоки; *I* – взаємодія

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

Якісні прогнози здійснюються найчастіше у формі графічної моделі на підставі якісних та якісно-кількісних оцінок властивостей ландшафтів. Ці оцінки є непрямими причинами процесу прогнозу.

Якісний прогноз дає відносну оцінку ділянок території, ранжируючи 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.

Кількісно-якісний прогноз виконують у формі карт і таблиць з відповідними поясненнями щодо розвитку елемента прогнозу. Базується на прямих кількісних ознаках територій, що зумовлюють

диференціацію у просторі (інколи — у часі) територій ландшафтів.

Кількісне прогнозування виконують у вигляді статистичних моделей за емпіричними або емпірично-теоретичними даними. Це математичні моделі динаміки розвитку антропогенних і техногенних процесів. Розрахунки кількісних ознак прогнозованого елемента виконують на різні інтервали часу. Зазвичай за фактичним матеріалом цих прогнозів вибирають матеріали моніторингових спостережень, що містять однорідні ознаки об'єкта, прив'язаного до часу.

3.6.5. Метод геоінформаційних систем (ГІС)

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.

При роботі з базою даних, яка є основним джерелом інформації, виникає ряд труднощів, пов'язаних із складністю обробки даних з урахуванням їх просторової локалізації. Наприклад, яким чином зробити запит у звичайній базі даних, щоб вивести паспортні дані про всі водні об'єкти (водойми і водотоки), які знаходяться в радіусі 20 км від границі заданого населеного пункту? Можна навести багато аналогічних прикладів.

Для вирішення цих та інших проблем виникає необхідність нанесення об'єктів, дані про які є в базі даних, на електронну карту. В результаті чого користувач може легко локалізувати їх на карті і переглядати чи змінювати пов'язану з ними інформацію в базі даних.

Метод ГІС застосовують для отримання знань про просторово-часові явища, потреб планування і управління природними ресурсами та вивчення систем „суспільство-природа”.

До структури ГІС входять чотири обов'язкові підсистеми:

- введення даних, що забезпечують введення і/або обробку просторових даних, отриманих з карт або будь-яких інших джерел

інформації;

- зберігання і пошуку, що дає змогу оперативно отримувати дані для відповідного аналізу, актуалізувати і коректувати їх;

- обробки й аналізу, які дають можливість оцінювати параметри, вирішувати розрахунково-аналітичні задачі;

- представлення (видачі) даних у різному вигляді (карти, таблиці, зображення, блок-діаграми, цифрові моделі місцевості та ін.).

Існують різні аспекти класифікації ГІС. Наприклад, за територіальним охопленням (загальнонаціональні і регіональні ГІС); за цілями (багатоцільові, спеціалізовані, зокрема інформаційно-довідкові, інвентаризаційні, для потреб планування, правління); за тематичною орієнтацією (загальногеографічні, галузеві, зокрема водних ресурсів, використання земель, лісокористування, рекреації та ін.).

Головна перевага ГІС перед іншими інформаційними системами полягає в можливості об'єднання різномірних 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 його місця розташування на карті-схемі роблять ГІС технології незамінними у створенні сучасних інформаційно-довідкових систем. З огляду на тенденції розвитку Internet, що найближчим часом може стати одним з основних джерел інформації в усьому світі, інтеграція ГІС-технологій і Internet технологій становить безсумнівну актуальність. Прикладом такої інтеграції є, наприклад, система Google Maps. Інші приклади інтерактивних веб-систем, створених з використанням ГІС-технологій:

- Інтерактивна веб-система моніторингу басейнів річок Європи Європейської агенції з навколишнього середовища (карти мереж моніторингу вод, дані про якість вод, карти скидів вод, водозаборів тощо): <http://www.eea.europa.eu/themes/water/interactive>

- Інтерактивна веб-система басейну р. Дністер, створена у 2008-2010 рр. у проєкті «Дністер-III» під керівництвом ООН та ОБСЄ за участі урядів України та Молдови: <http://map.grida.nd/dniestergis.rus/>

3.6.6. Дистанційні методи дослідження навколишнього середовища

Дистанційні методи – це комплекс апаратурних та 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.

Розробка та використання дистанційних методів вивчення природного середовища, слідкування за станом довкілля і його змінами розглядаються нині як самостійний і перспективний напрямок, що у сукупності є дистанційним моніторингом. Головними практично значимими перевагами дистанційних методів моніторингу є інтеграція:

- *горизонтальна* – отримання на одному зображенні великих ділянок поверхні Землі;
- *вертикальна* – отримання 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.

Зображення, що отримують методами дистанційного моніторингу, відповідно до рівня їх просторової інтеграції, поділяють на:

- *глобальні* – знімки та спектри всієї (або майже всієї) освітленої частини поверхні Землі;
- *регіональні*, що охоплюють значні площі географічних районів і країн;
- *локальні*, які дають уявлення про віддалені райони і ландшафти.

Використання системи дистанційних досліджень і відповідної техніки дозволяє: виявляти сторонні речовини у навколишньому середовищі; ідентифікувати специфічні забруднювачі та класифікувати їх; спостерігати за вирівнюванням концентрацій забруднень через певні проміжки часу; контролювати джерела, рух та долю забруднень; виявляти вплив забруднень на навколишнє

середовище; оцінювати якісний стан довкілля, його чутливість до факторів негативного впливу та отримувати відомості для планування і моделювання стану довкілля; вивчати та освоювати природні ресурси (геологічні, рослинні, ґрунтові, водні, промислові); визначати дрейф морських криг; виявляти та прогнозувати зміни у регіональній системі міських зон тощо.

Робота приладів для дистанційних досліджень ґрунтується на вибірковому поглинанні та відбиванні радіації природними утвореннями і біологічними об'єктами в інфрачервоному, видимому та ультрафіолетовому діапазонах спектра сонячного випромінювання або штучних джерел оптичного та радіодіапазонів. Ці прилади конструктивно об'єднують у лазерні та радарні скануючі системи і встановлюють на літальних апаратах та супутниках. Найзручнішою для дистанційних вимірювань частиною спектра є середня інфрачервона, де більшість забруднень має свої специфічні спектри поглинання. Спостереження можуть здійснюватися як вдень, так і вночі. Особливо незамінними дистанційні дослідження є у важкодоступних районах - непрохідних тропічних лісах, Арктиці тощо.

Дистанційні методи вивчення забруднення атмосфери.

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

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

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

Найбільш перспективними методами дослідження дальнього переносу газоподібних забруднень слід вважати активний

адсорбційний метод з розміщенням на літаковій лазерної джерела випромінювання і оптичного гетеродина, який тримає відбите земною поверхнею лазерне випромінювання.

На підставі таких вимірювань (цілодобових) виготовляють карти горизонтального розподілу забруднень і висотні профілі молекулярних компонентів атмосфери.

Найбільш систематизовано організовані спостереження вмісту озону в атмосфері. Світова мережа налічує 100 станцій. У країнах СНД функціонує 45 озонотричних станцій, 3 з яких – в Україні.

Дослідження димового забруднення атмосфери здійснюють за допомогою космічних знімків. Найбільшу яскравість димові забруднення мають в частині спектра 0,4-0,5 мкм.

Світлі язики димових струменів від пожеж особливо чітко виявляються на локальних фотографіях, а також на знімках із супутника природних ресурсів ЛАНДСАТ – 1 і ЛАНДСАТ – 2.

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, встановити склад пилу, дослідити шляхи переміщення пилу і встановити райони „розвантаження”.

При спостереженнях стану атмосферного повітря в містах здійснюють:

- контроль викидів, що дає змогу виявляти, ідентифікувати та визначати потужності джерел викиду;
- контроль рівня забруднень.

Вимірювання проводять за допомогою пасивних та активних засобів виміру.

Пасивні прилади – це мас-спектрометри та фільтрові радіометри на SO_2 і NO_2 .

До активних засобів виміру відносять: лідари диференційного поглинання – розсіювання (ДПР); комбінаційного розсіювання і флюоресценції. Ці прилади здатні проводити контроль викидів у будь-який час доби в широкому діапазоні метеоумов. Контроль

викидів здійснюють за допомогою пересувних постів на базі автомобілів, літаків або із зручних точок.

Найефективнішими методами слід вважати лідари диференційного поглинання – розсіювання, які забезпечують визначення у викидах: SO_2 , NO_2 , NO , Cl_2 , 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 SO_2 , NO_2 , NO , CO , O_3 , NH_3 , HF , H_2S , HCl , суму вуглеводнів.

Дистанційне вивчення водного середовища.

Отримані з космосу фотографії та телевізійні зображення широко використовуються при вивченні забруднення Світового океану, структури і напрямків морських течій, первинної продуктивності морів, стану поверхневих вод.

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 поліютантами ґрунтуються на виявленні фітопланктону, наявність якого тісно пов'язана з рівнем забруднення поверхневих вод. У свою чергу оптичні характеристики фітопланктону тісно пов'язані з оптичними характеристиками хлорофілу, який впливає на інтенсивність розсіяного водою світла.

Дистанційні методи виявлення нафтових забруднень вод морів, акваторій ґрунтуються на відмінності оптичних, теплових властивостей води, забрудненої нафтопродуктами, і чистої води. Дистанційні засоби виявлення нафтових забруднень поділяють на пасивні і активні. Пасивні методи ґрунтуються на реєстрації теплового випромінювання (ІЧ та НВЧ) і природного γ -випромінювання. При використанні активних засобів досліджувана поверхня води опромінюється джерелами випромінювання

визначеного спектрального складу з наступною реєстрацією відбитого випромінювання або флюоресценції. Використовують УФ, видиме, ІЧ та НВЧ випромінювання.

Радіолокаційні методи дозволяють картографувати площі нафтового забруднення, а також визначати тип нафти. Використання радіолокаційної техніки істотно розширює можливості авіаційних методів моніторингу морської економічної зони як за рахунок значно більшої ширини смуги огляду засобами телевізійної зйомки, так і за рахунок можливості вести зйомки.

Дистанційні методи дослідження суші.

Останнім часом все більшого поширення набувають сучасні методи дистанційного дослідження ділянок суші земної поверхні із застосуванням супутників, лазерної і радарної техніки. Існує різноманітна апаратура для радарної аерозйомки (РАЗ), яка дає оперативну та детальну інформацію. РАЗ є потужним узагальнюючим засобом вивчення ландшафтних особливостей. Всепогодність методу дозволяє 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. Цей метод 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 визначенні у видимій і ближній ІЧ областях спектра (0,4-1,2 мкм) коефіцієнта яскравості, який корелює і зменшується зі збільшенням вмісту гумусу.

У зв'язку з інтенсивним освоєнням земель велике значення має складання карт, на яких відображають ерозійні процеси (вітрової і водної ерозії).

Методи дистанційної індикації засолених ґрунтів використовують оптичний і радіотепловий діапазон. Встановлено, 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 входить в екосистему 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 фіто-патогенних факторів, виявити лісові пожежі тощо.

За допомогою аерофотозйомки та дешифрування отриманих знімків можна визначити зімкнутість та щільність лісу, провести лісопатологічні дослідження. Сухостій у насадженнях у більшості випадків надійно виділяється за допомогою спектрозональних аерознімків. Деревостани та окремі дерева, пошкоджені пожежею, ентомо- та фітошкідниками, за характером зображення помітно відрізняються на аерознімках від здорових дерев. Аерофотозйомка, що проводиться після пожежі у важкодоступній місцевості, дає можливість визначити вид пожежі і ступінь пошкодження насаджень, а також намітити різні лісогосподарські заходи.

Основними напрямками розвитку аерокосмічного моніторингу екосистем є використання реєстрацій відбиття світла і власного випромінювання Землі в різних спектральних інтервалах: візуальні спостереження (0,40-0,64 мкм), фотографування (0,40-0,92 мкм), спектрофототитрування (0,4-2,5 мкм), телевізійна зйомка (0,45-0,75 мкм), теплова ІЧ зйомка (2,6-5,5 і 8,0-14,0 мкм), багатоспектральна зйомка (0,32-12,5 мкм), мікрохвильова зйомка (> 0,3 см), а також активні методи локації.

При дослідженні водно-болотних угідь добре зарекомендував себе метод радіолокаційної зйомки. Великі перспективи для вивчення болотних масивів відкриває багатозональна зйомка.

Дистанційні дослідження знаходять застосування і в сільському господарстві. Різноманітні форми впливу людини на природні ландшафти, як правило, добре розпізнаються на аерознімках. На

середньомасштабних аерознімках (1:25 000) розрізняють основні типи культур і дуже окультурені ландшафти, на великомасштабних (1:10 000) – всі типи окультурених ландшафтів. При сільськогосподарському дешифруванні знімків велике значення має розпізнавання культурної рослинності, вторинної рослинності цілини та культуро-технічного становища пасовищ і сіножатей.

3.7. Методи біоіндикації

У сучасних екологічних дослідженнях широко використовуються методи біоіндикації.

Біоіндикація (лат *indicare* – вказувати, виявляти) – метод оцінки 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 оцінки, називаються біоіндикаторами. Біоіндикаторами можуть бути рослини, тварини, мікроорганізми, гриби.

Прикладним напрямком, який забезпечує оцінку факторів середовища за біологічною складовою, насамперед рослинністю, є фітоіндикація – визначення умов середовища за характером і станом рослинності.

Фітоіндикацію проводять на різних рівнях організації рослин: клітинному, анатомо-морфологічному, рівні організму, популяційному, фітоценотичному, ландшафтному.

Процес фітоіндикації складається з таких операцій:

- вибір індикату (фактора), що зумовлює мету індикації;
- вибір способу та масштабу вимірювань його величини або зміни;
- пошук індикатора на основі логічних доказів його зв'язків з даним фактором;
- розробка шкали вимірювання індикаційних ознак;
- визначення ступеня кореляції між зміною фактора й

індикатора, а також засобу його відображення.

Усю систему методів фітоіндикації поділяють на три типи: аутфітоіндикацію, синфітоіндикацію та синфітоценоіндикацію.

Аутфітоіндикація заснована на тому, що:

- кожен вид рослин має оптимальні умови та межі толерантності середовища існування;
- існує ймовірність відповідності певної екологічної ніші з конкретним комплексом екологічних факторів;
- присутність особин певного виду інформує про екологію їхнього місця існування.

На *аутфітоіндикаційному рівні* можна розраховувати інтервали або середні значення, встановлювати ареали, оцінювати поведінку та динаміку популяцій видів, проводити класифікацію видів стосовно змін екологічних факторів.

На *ценотичному рівні (синфітоіндикація)* розраховують показники екологічних факторів, амплітуди їх змін для певних синекологічних таксонів, оцінюють ступінь просунутості угруповань від піонерної до клімаксової стадії, ординацію угруповань відносно змін екологічних факторів.

На *ландшафтно-регіональному (синфітоценоіндикація)* рівні досліджують екологічну характеристику ландшафту або регіону, визначають градієнт і оцінюють співвідношення між показниками кожного з факторів, складають екологічні карти регіонів.

Ефективність методів фітоіндикації значно варіює. Найвні як *абсолютні індикатори* (види рослин, біологія яких гарантує їм заселення тільки тієї ніші, яка пов'язана з індикатором), так і досить *слабкі* (індиферентні види).

Основою для оцінки екологічних факторів є банк даних екологічної, фітоценотичної та флористичної інформації, який включає такі блоки:

- таксономічні, біоморфологічні, ценотичні та екологічні характеристики видів;
- описи геоботанічних угруповань;
- характеристика екологічних факторів;
- фізична та хімічна характеристика ґрунтів та води.

Створення такої бази є основою для вирішення комплексу питань, а саме: за якими ознаками і на якому рівні формується інформація щодо результатів моніторингу.

Індикаторними ознаками, які вказують на певні умови навколишнього середовища, можуть бути різноманітні ознаки рослинних угруповань (флористичний склад, наявність або 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).

При фітоіндикації слід розрізняти наступні поняття:

- рослинність (сукупність рослинних угруповань);
- рослинне угруповання (поєднання автоморфних макроскопічних видів рослин);
- мікроугруповання (найменші просторово-гомогенні угруповання у межах фітоценозу);
- фітоценоз (сукупність видів рослин, які зростають на однорідній території);
- синузю (частина фітоценозу, яка відокремлена просторово).

За Б.В. Виноградовим, усі індикаторні ознаки поділяються на чотири групи:

- флористичні ознаки (відмінності у флористичному складі досліджуваних ділянок);
- фізіологічні ознаки (характеристики хімічного складу та процесів обміну речовин);
- морфологічні ознаки (аналіз внутрішньої та зовнішньої структури окремих рослин);
- фітоценотичні ознаки (особливості структури рослинного покриву).

Крім того, індикаторні ознаки поділяють на *статичні* (присутність виду індикатора або його індикаторної ознаки) та *динамічні* (зміни індикаційних функцій). Динамічні ознаки, у свою чергу, поділяють на *власне динамічні* (ростові та сукцесійні) та *ритмічні* (функціональні та фенологічні).

Рослинні індикатори виявляють за допомогою наступних методів: флорогенетичного, еколого-фізіологічного, експериментального вегетаційного, польового бонітування, польового геоботанічного, порівняльно-географічного, картографічного, аерознімків.

Слід зазначити, що індикатори поділяються на: постійні, змінні, позитивні, негативні, прямі, опосередковані.

Для того, щоб визначити наскільки характерний і розповсюджений індикатор для тієї або іншої категорії об'єктів, розраховують частоту індикатора на об'єкті індикації (% числа знаходження індикатора на об'єкті індикації від загальної кількості площадок на всій території об'єктів дослідження).

Залежно від того, як часто індикатори зустрічаються, розрізняють:

- фонові (80...100 %);
- рясні (60...80 %);
- спорадичні (40...60 %);
- рідкісні (20...40 %);
- поодинокі (5...20 %).

Метод фітоіндикації екологічних факторів застосовують для оцінки 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 виділення 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, вміст гумусу, азоту), кліматичні (освітленість, тепловий режим, клімат 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.

Окреслити коло зовнішніх екологічних факторів, що визначають диференціацію екосистем, зумовлюють їх зміну, досить складно, бо факторів, які діють на екосистему, безліч і кожен із них, своєю чергою, може бути розчленований на складові. Проте найголовнішими є п'ять основних безпосередньо діючих факторів: *температура, вологість, світло, механічний та хімічний склад ґрунту.*

Важливим компонентом едафічних факторів є також *трофічність*, або родючість ґрунту, яка характеризується запасом доступних для рослин форм поживних речовин і залежить не тільки від їхнього хімічного складу, а й від фізичних властивостей ґрунту (вологості, механічного складу).

3.7.1. Індикація кліматичних факторів

Клімат – це сукупність усіх зовнішніх впливів на земну поверхню - *радіаційних, гідротермічних, механічних, а саме: режиму сонячної радіації, земного випромінювання, температури повітря та ґрунту, зволоження, вітру тощо.*

Особливості кліматичного режиму зумовлені: географічною широтою, висотою над рівнем моря, циркуляцією атмосфери, характером земної поверхні. На формування кліматичних умов впливають фізичні процеси (радіаційні, циркуляційні, вологообіг) та географічні фактори (підстилаюча поверхня, широта, орографія). Основним джерелом даних про клімат є метеорологічні станції.

Розрізняють три кліматичні сфери, розташовані одна над одною:

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

Мікрокліматичні показники на основі фітоіндикації поділяють на такі режими:

- радіаційний баланс (терморезим) – це різниця між радіацією, поглинутою земною поверхнею, і ефективним

- випромінюванням;
- континентальність (контрасторежим) – сукупність властивостей клімату, зумовлених впливом великих площин суші або води на атмосферні та кліматоутворюючі процеси.

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.

Залежно від ступеня і специфічного характеру холодостійкості виділяють:

- нехолодостійкі рослини, які пошкоджуються за температури 0°C. Це – водорості теплих морів, деякі гриби та рослини тропічних лісів;
- неморозостійкі рослини. Пошкоджуються під час утворення льоду в клітинах. У них підвищена концентрація осмотично-активних сполук у клітинному соці та протоплазмі, що перешкоджає утворенню льоду навіть при температурі до -7°C. До них належать глибинні водорості та більшість однорічних рослин;
- льодостійкі рослини. Залишаються живими навіть після утворення льоду в міжклітинниках. Це – більшість багаторічних наземних рослин, прісноводні водорості та мохи.
- Залежно від ступеня стійкості до високих температур розрізняють:
- нежаростійкі види. Рослини, що пошкоджуються при 30...40°C. Це – еукаріотичні водорості, лишайники та наземні рослини з ніжними листками;
- жаровитривалі еукаріоти. Рослини посушливих місцевостей, які можуть виживати при нагріванні до 50...60°C протягом 30 хв.;
- жаростійкі прокаріоти. Це -- бактерії, які витримують температуру 90°C, та синьозелені водорості (життєздатні до 75°C), які містять специфічні білки та нуклеїнові кислоти.

3.7.2. 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 даному районі, поєднання кількох рослинних угруповань сумісно з типовими умовами рельєфу, ґрунту та іншими компонентами фізико-географічного середовища.

На кожній такій ділянці проводиться комплекс досліджень: аналізуються проби ґрунтів, гірських порід, ґрунтових вод тощо.

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 присутній. 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).

В останні роки виокремились також індикації різноманітних процесів – карстових, ерозійних, вивітрювання, заболочування, що зумовлені природною еволюцією ландшафтів або діяльністю людини.

3.7.3. Індикація ґрунтів

Існує багато рослин, за показниками яких можна безпомилково визначити водний, механічний, хімічний, сольовий та інші показники ґрунтів. Наприклад, класифікація певних груп рослин-індикаторів стосовно ґрунтового зволоження така:

- *фреатофіти* – рослини, пов'язані з водоносними горизонтами, у яких добре розвинена коренева система (досягає глибини до 5...30 м). Наприклад, середньоазійські види тамариски мають кореневу систему, що проникає на глибину до 7 м, а чорний саксаул – 25 м;
- *омброфіти* – рослини, що існують за рахунок атмосферних опадів. Вони мають дуже розгалужену систему поверхневих коренів, здатних швидко всмоктувати вологу під час опадів;
- *трихогідрофіти* – життя цих рослин забезпечує капілярна волога ґрунтових вод. Вони часто поєднують риси фреатофітів та омброфітів і мають кореневі системи універсального типу.

За відношенням до механічного складу ґрунтів і материнських порід рослини поділяють на:

- псамофіти – ростуть на пісках (миколайчики приморські, чина приморська);
- пелітофіти – ростуть на глинистих ґрунтах (поліни, калерси колочі);
- алевритофіти – поширені на суглинистих або супісчаних ґрунтах (чебрець, осока піщана);
- хасмофіти – на кам'янистих ґрунтах (тамариск, лаванда);
- петрофіти або літофіти – зустрічаються на скелях (едельвейс).

За відношенням до засолення ґрунту досить умовно виділяють дві великі групи рослин-індикаторів:

- галофіти – мешканці засоленних ґрунтів (за перевагою аніонів розрізняють галофіти хлоридного типу, або власне галофіти, та сульфатно-кальцієвого типу, або гіпсофіти);
- глікофіти – рослини, що мешкають на ґрунтах, які не містять зайвої кількості солей.

За пристосуванням до надлишкового вмісту солей рослини поділяють на:

- еугалофіти, або власне галофіти, які у великих кількостях накопичують солі в тканинах рослини і мають соковиті та м'ясисті стебла;
- криногалофіти – рослини, які здатні виділяти надлишок солей у вигляді краплин розсолу крізь особливі залози (іноді їх називають фільтруючими галофітами) і мають характерний сольовий наліт;
- глікогалофіти – рослини, що мають кореневий бар'єр, тобто систему анатомічних і фізіологічних пристосувань, які захищають рослину від зайвого надходження солей до їх тканин.

За відношенням до умов зволоження ґрунтів у фітоіндикації виділяють рослини:

- ксерофіти – види посушливих місцезростань, для них характерні вузьколистість, опушення листків, жорсткі стебла та видозміни листків (колючки);

- мезофіти – рослини помірно зволжених районів;
- гігрофіти – рослини-індикатори надлишкового зволоження;
- гідрофіти – рослини мілководь і прибережних смуг водойм, що мають темно-зелене листя та товсті соковиті стебла.

За однією з основних характеристик ґрунтів (їх кислотністю) рослини поділяють на дві великі групи:

- *ацидофіли* – рослини кислих ґрунтів (вереск, пушиця, білоус тощо);
- *базифіли, або ацидофоби* – рослини лужних ґрунтів (бузина, крушина, бересклет тощо).

3.7.4. 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.

Рослинність здатна відбивати зміни освітленості зі збільшенням глибини. Наприклад, у Чорному морі на поверхні субліторалі (глибина до 3...5 м), де освітленість досягає 100 000 лк, переважають світлолюбні види (поліфіти): із вищих водних рослин - *Zostera*, зелені водорості *Ulva*, *Cladophora*, *Enteromorpha* поряд із бурими - *Padina* та червоними - *Polysiphonia*.

Середню сублітораль (глибина 3...5; 10... 15 м залежно від прозорості води) з освітленням до 40 000 лк займають помірно-світлолюбні водорості (мезофіти), переважно бурі *Cystoseira* та червоні *Ceramium*.

Нижня сублітораль і елітораль (10...15; 50..60 м), де освітлення зменшується до сотень люкс, розповсюджені лише тіньовитривалі (умброфільні) червоні водорості.

Одночасно водорості можуть бути використані як показник певних температурних властивостей води.

Наприклад, кріофільна водорість *Phaeocystis pouchetii*, яка може жити лише при температурі від 1 до 11,6°C, є індикаційним показником холодних полярних вод. До холодостійких (кріофільних) видів також належать *Fucus*, *Bangia* та *Enteromorpha*. Існують також виключно теплолюбні (термофільні) види – *Trichodesmium*, *Syraco*, які існують лише за температури, вищої за 20°C.

У результаті різної чутливості водоростей до солоності води, їх розподіл може характеризувати зміни вод різного ступеня мінералізації. Так, водорість *Halosphaera viri* живе у воді при солоності більше 30‰. У солоних морських водах із солоністю 3...30‰ часто наявні угруповання бурих і червоних водоростей (*Fucus*, *Cystoseira*, *Laminaria*, *Macrocistis*). Індикаторами прісних або слабкомінералізованих вод (до 3‰) є *Spirogyra*, *Sagittaria* та *Nymphaea candida*.

Рослинність використовують також як індикатор хімічних властивостей води, для чого визначають кількісний вміст органічної речовини або засолення легкорозчинними солями.

За кількісним вмістом органічної речовини води природних водойм поділяють на:

- *евтрофні* – насичені гуміновими сполуками і мінеральними речовинами. У таких водоймах найрізноманітніша прибережна, плаваюча на поверхні та занурена рослинність;

- *оліготрофні* – найчистіші, бідні на органічну речовину води. Рослинність таких водойм дуже специфічна, найтипівшими представниками є *Lobelia* та *Litorella*.

- *дистрофні* – насичені гуміновими сполуками, кислі, бідні на мінеральні речовини. Це, як правило, заболочені, торф'янисті території лісів. Типовими представниками цих територій є *Carex*, *Equisetum* і *Potamogeton*.

Рослини індикують також ґрунтові води. За характером взаємозв'язку з ґрунтовими водами виділяють:

- *постійні гідроіндикатори* – рослини, пов'язані з наявністю ґрунтових вод: гідрофіти індикують наявність близьких ґрунтових вод, а фреатофіти мають розвинену кореневу систему і використовують воду глибинних горизонтів. Постійні

гідроіндикатори поділяють на глікофільні, які ростуть на ґрунтах з промивним водним режимом, та галофільні, що ростуть на ґрунтах з випаровувальним режимом;

- *перемінні гідроіндикатори* – рослини територій з непостійним ґрунтовим зволоженням. Це може бути міжпластове зволоження, капілярна кайма, конденсація атмосферної та ґрунтової вологи, внутрішньогрунтове випаровування або глибинні лінзи;

- *негативні гідроіндикатори* – рослини, які використовують дуже малі запаси гігроскопічної вологи і потребують гарної аерації ґрунту. За наявності близьких ґрунтових вод ці рослини відсутні;

- *індиферентні види* – це ті, що мають широку екологічну амплітуду відносно вологи.

Гідрогеологічні умови можна оцінювати за фізіологічними індикаторними ознаками, до яких належать:

- показники водного режиму, такі, наприклад, як інтенсивність транспірації, що має високі значення у мезофітів, фреатофітів і гідрофітів та низькі у галофітів і ксерофітів;

- пігментація, або забарвлення, рослин. Наприклад, сукуленти за наявності близьких ґрунтових вод мають інтенсивне темно-зелене забарвлення, а при глибині більше 1...1,5 м – жовто-червоне;

- вміст солей у вегетативних органах. З'ясовано, що фреатофіти мають більш виражену кореляцію між вмістом солей в рослині та мінералізацією ґрунтових вод. Наприклад, у сарзана вміст солей у тканинах підвищується від 35 до 45 % сухої ваги зі збільшенням мінералізації ґрунтових вод від 7 до 85 г/дм³. Ксерофіти мають незначну залежність між збільшенням солевмісту рослин і мінералізацією води більше, ніж 8...10 г/дм³. Ймовірно, що ці рослини мають кореляцію між вмістом і мінералізацією вод тільки за невеликих її значень (до 10 г/дм³);

- анатомо-морфологічні ознаки – це розміри рослин, пагонів, форми росту, характер розгалуження, зміни анатомічної будови тканин тощо.

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 у порівнянні з середовищем або якщо їх чутливість до впливу забруднюючих речовин значно вища, ніж всіх інших рослин.

Рослина-монітор – це рослина, у якій ознаки пошкодження з'являються під час дії на неї фітотоксичної концентрації однієї забруднюючої речовини або їх суміші.

Переваги рослин-моніторів перед приладами в тому, що вони дешеві, легко відтворюються, а також мають типову відповідну реакцію на вплив забруднюючого фактора.

Для кількісної оцінки забруднення за допомогою рослин-моніторів необхідно провести попереднє визначення певних залежностей між реакцією рослини на забруднення і концентрацією цієї речовини в довкіллі. Для цього необхідно:

- зіставити ступінь пошкодження рослини з відомою концентрацією забруднюючої речовини в середовищі існування рослини;

- використати рослину як живий колектор з подальшим визначенням кількості токсиканту. Наприклад, мох *Hypnum cupressiforme* здатний поглинати цинк, свинець, кадмій, нікель, мідь і марганець та накопичувати їх у своїх тканинах у десятки разів більше, ніж у навколишньому середовищі;

- визначити кількість токсиканту (або метаболіту, що з'являється у відповідь на пошкодження в рослинній клітині) та порівняти її з концентрацією токсиканту в середовищі.

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 елементу, а локальні - часто широко розповсюджені і лише в окремих районах за певних умов стають індикаторами забруднення.

За особливостями поглинання певних хімічних елементів рослини поділяють на *концентратори* і *деконцентратори*. Потрапляння в звичайні рослини (не концентратори) підвищеної кількості певних елементів спричинює низку фізіологічних і морфологічних змін. Вони настільки характерні, що можуть індикувати забруднення.

3.7.5. 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.

Існує кілька класифікацій клімату:

- за географічними зонами (клімат тайги, тропічних пустель тощо);
- за зв'язком атмосфери з поверхнею землі (клімат приземного шару повітря, клімат вільної атмосфери та ін.);
- за циркуляцією поверхневих мас над суходолом і океаном (континентальний, морський або океанічний);
- за ступенем сухості або, навпаки, вологості повітря (аридний, семіаридний, гумідний та ін.).

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

Схема регіонального кліматичного моніторингу складається з:

- інформаційної бази даних;
- діагностичної оцінки фактичного стану клімату;
- оцінки стану клімату в близькому майбутньому та у перспективі;
- оцінки можливої реакції окремих об'єктів природного

середовища на зміни клімату;

- рекомендацій народному господарству стосовно зниження негативних наслідків змін клімату.

Так, в Україні зміна температурного режиму, кількості опадів, випаровування за останні 30 років призвели до посилення процесів ерозії, засолення та опустелення. Знизився в ґрунтах вміст гумусу, змінилися умови зимівлі озимих, активізувалися хвороби сільськогосподарських культур, зросли популяції шкідників.

Водночас збільшення негативного екологічного тиску на природне середовище (посухи, зливові дощі, суховії, пилові бурі) призвело до погіршення стану земельних ресурсів.

3.7.6. Фітомоніторинг забруднення атмосфери

Мільйони років атмосфера забруднювалась викидами як природного, так і антропогенного походження.

Джерела надходження забруднюючих атмосферу речовин можна ранжувати в такому порядку:

- стаціонарні джерела (згоряння палива);
- нафтопереробні заводи;
- добування корисних копалин (не металів);
- чорна металургія;
- кольорова металургія;
- хімічна промисловість;
- целюлозно-паперова промисловість;
- харчова промисловість;
- рухомі джерела (транспорт).

Забруднюючі атмосферу речовини поділяють на *первинні* – викиди джерел забруднення (вуглеводні, альдегіди, етилен тощо) та *вторинні* – фотохімічні оксиданти, що утворюються вже в атмосфері (озон, двоокис азоту, пероксиацетилнітрати).

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 вміст – у ранковій годині, 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 NO_2/NO . Другою за токсичністю речовиною, що забруднює атмосферу, вважають етилен, найменша концентрація якого спричинює незворотні явища в рослинному організмі.

На реакцію рослин на вплив фотооксидантів діють наступні фактори:

- генетично зумовлені пороги пошкодження, або фізіологічні реакції (швидкість росту, цвітіння, плодоношення, утворення насіння, врожайність);

- вік рослини, або ступінь її зрілості;

- умови культивування, включаючи запас поживних речовин, вміст вологи в ґрунті, освітлення, температуру, відносну вологість повітря та тип ґрунту;

- концентрація забруднюючої речовини і тривалість впливу (характерний ефект «доза – відповідь»), відповідно гостра або хронічна дія;

Фактори, дія яких на рослину подібна до дії забруднюючих повітря речовин, такі:

- біологічні (бактерії, гриби, комахи, кліщі, нематоди, віруси, генетичні аберації);

- фізичні (світло, механічні пошкодження, поживні речовини, рН, температура, вода, вітер, пестициди, солі). Вплив полютантів на організм рослини, як правило, неспецифічний, але в деяких випадках у рослин можна спостерігати і специфічні реакції.

До неспецифічних реакцій рослин на забруднення атмосферного повітря відносять:

- зниження загальної життєздатності рослин;

- зниження резистентності до хвороб і консументів;

- перерозподіл асимілятів на репарацію пошкоджень;

- зміну інтенсивності фотосинтезу та дихання;

- зміну ритму транспірації;

- мутагенну дію.

Під час вивчення ефектів впливу атмосферних забруднень на

рослини слід охарактеризувати їх за наростанням інтенсивності концентрації. Виділяють такі концентрації:

- *фонова* – нормальний (допустимий за ГДК) вміст речовин;
- *мала* – майже не перевищує фонові значення, зумовлює значні зміни основного метаболізму, які можна назвати адаптивними (рослина завжди здатна до певних перебудов і широко їх використовує під час адаптації до незначних коливань стану довкілля);
- *середня* – в 10...100 разів перевищує фонову, її токсичний вплив помітний і призводить до кумулятивного ефекту, що зумовлює зниження продуктивності;
- *висока* – призводить до пригнічення рослини і неможливості відтворення потомства виду, випадання цього виду з екосистеми, при цьому коефіцієнт розмноження особини стає меншим за одиницю, що унеможливує відтворення виду навіть за умови усунення екосистемних факторів типу конкуренції чи впливу хвороб;
- *летальна* – призводить до чітко виражених гострих уражень, насамперед пожовтіння листків, часткового або повного опадання їх і навіть загибелі рослини.

Ефект впливу полютантів на фітоценози не є простою сумою ефектів впливів на види, що їх складають. Якщо вплив незначно відрізняється від фонових значень, це зумовлює фізіологічні, морфологічні та інші перебудови в середині виду. Якщо ж вплив значно відрізняється від фонового, то sukcesія призводить до нового клімаксового стану, що характеризується іншим видовим складом, де види будуть максимально пристосовані до нового середовища.

Відомо, що навіть за незначного перевищення фонові концентрації забруднень (в 1...10 разів) в атмосфері, з екосистем швидко зникають лишайники та чутливі види грибів. Так, за останні 20 років у Західній Європі і Північній Америці кількість видів мохів і лишайників скоротилася на 25...30 %.

В той же час стійкі до забруднення атмосфери рослини можуть сприяти її очищенню. Наприклад, високу здатність поглинати гази має караган, а низьку – липа, клен.

Детоксикація шкідливих речовин у рослині відбувається різними способами:

- цитоплазма рослинних клітин зв'язує деякі шкідливі речовини, перетворюючи їх на неактивні;

- токсиканти трансформуються в рослинах на нетоксичні продукти, які залучаються до загального метаболізму рослинних клітин;

- корені рослин виділяють деякі шкідливі речовини, поглинуті надземною частиною рослин, наприклад сірковмісні сполуки.

Різні фітоценози відіграють неоднакову роль в очищенні атмосфери від шкідливих домішок. Так, на 1 га лісу газообмін в 3...10 разів вищий, ніж в агроценозі. Деревні насадження збільшують турбулентність повітря, сприяють переміщенню повітряних течій, внаслідок чого забруднюючі речовини швидше розсіюються.

Контрольні питання та завдання для самостійної роботи

1. У чому полягає сутність поняття наукового методу?
2. Які методи використовуються при проведенні наукових досліджень?
3. Розкрийте суть методів за способом організації дослідження.
4. Чим відрізняються загальнонаукові методи досліджень від емпіричних?
5. Дайте визначення поняттям: «аналіз», «синтез», «індукція», «дедукція», «аналогія», «абстрагування», «моделювання», «системний аналіз».
6. Назвіть основні емпіричні методи наукових досліджень та розкрийте їх зміст.
7. Охарактеризуйте структуру експерименту та назвіть його основні етапи.
8. Обґрунтуйте необхідність проведення соціологічного опитування у екологічних дослідженнях.
9. У чому полягають особливості проведення екологічних досліджень?
10. Які спеціальні методи використовуються в екологічних дослідженнях?
11. Охарактеризуйте види методів біоіндикації.

Розділ IV

ОСНОВИ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ТЕОРЕТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Загальна схема процесу прийняття рішень під час математичного моделювання

Протягом усього життя, від перших кроків і до останнього подиху, людина змушена приймати ті чи інші рішення: куди піти вчитися, як краще витратити зайві (чи останні) гроші і т.д. Якщо деяка ситуація, що вимагає прийняття рішення, повторюється досить часто, то рішення приходить “само собою”, автоматично. Якщо ж ситуація недостатньо знайома, чи людина не має всієї необхідної інформації, то прийняття рішення істотно ускладнюється. У таких випадках вона змушена, як правило, порівнювати між собою кілька можливих варіантів і вибрати той, який здається їй найкращим (чи найменш небезпечним).

Значно важливіші наслідки мають так звані *керівні рішення*. Вони характеризуються тим, що вибір і реалізація рішення покладаються на різні елементи єдиної, як правило, досить складної системи. Приймається рішення керівним органом, а реалізується – виконавчим. Система, засобами якої формується і реалізується рішення, може бути *організаційною*, *технічною* або *змішаною* (комбінованою). Прикладом організаційної системи може служити будь-який навчальний заклад. У ньому керівним органом є Вчена рада, а виконавчим – ректорат. Безпілотний літак-бомбардувальник – зразок суто технічної системи (керівний орган – бортовий комп’ютер, виконавчий – наприклад, система бомбометання). Найбільш розповсюдженими в даний час є змішані системи, що іноді називають ще “людино-машинними”. До таких систем відноситься, зокрема, будь-яке сучасне промислове підприємство.

Одним з найважливіших атрибутів складної системи є наявність цілеспрямованого поведіння. У процесі досягнення мети система так чи інакше взаємодіє із зовнішнім середовищем, яке може бути або

“дружелюбним”, або “ворожим”, або “нейтральним”. Очевидно, чим складніша система і чим складніша її взаємодія із середовищем, тим більше існує різних варіантів руху до мети. Одні можуть бути кращі, інші – гірші, треті, взагалі, можуть призвести до руйнування системи. А може відшукатися один шлях, при якому “і вовки ситі, і вівці цілі”, тобто досягається “золота середина”.

Отже, щоб будь-яка система існувала довго і якісно, необхідно вміти, по-перше, оцінювати якість усіх можливих способів досягнення мети і, по-друге, вибирати з них найкращий з погляду інтересів системи (або, принаймні, один із придатних). Для рішення зазначених завдань розроблена спеціальна теорія, що так і називається – *теорія прийняття рішень*.

В основі ухвалення рішення щодо науково-дослідної роботи студентів (НДРС) лежить *дослідження операцій*. Під *операцією* в даному випадку розуміється процес досягнення мети системою (з урахуванням її взаємодії із зовнішнім середовищем). Дослідження операції полягає в оцінюванні і порівнянні можливих способів її проведення з урахуванням наявних обмежень. Обмеження, як правило, пов’язані з тимчасовими, матеріальними, людськими чи іншими видами *ресурсів*, що знаходяться в розпорядженні сторони, яка оперує (суб’єкта операції). Таким чином, спосіб проведення операції визначається стратегією використання наявних ресурсів. Тому, замість виразу “спосіб проведення операції”, частіше використовують термін “*стратегія*”. Така термінологія зумовлена ще й тим, що поява цього розділу математики пов’язана з дослідженням, зокрема військових операцій. Стратегії, що задовольняють накладені обмеження, називаються *припустимими*. Поняття “припустима стратегія” є відносним: безліч припустимих стратегій змінюється, якщо змінюються обмеження (чи розташовувані ресурси).

Реалізація тієї чи іншої припустимої стратегії приводить до різних *результатів операцій*. Якість проведення операції, її “успішність” оцінюються з позицій особи, яка приймає рішення (ОПР). ОПР – це зовсім не обов’язково конкретна людина певної національності чи статі. Під цим терміном у теорії прийняття рішень

розуміється будь-який керівний орган, персональний чи колегіальний, що має біологічне чи технічне втілення. У зазначеному сенсі оцінка якості проведення операції завжди є суб'єктивною. Проте для отримання такої оцінки повинні використовуватися об'єктивні методи.

Мірою ефективності проведення операції служить *показник ефективності*. У загальному випадку він відбиває результат проведення операції, що, у свою чергу, є функцією трьох факторів: корисного ефекту операції (q), витрат ресурсів на проведення операції (c) і витрат часу на її проведення (t). Значення величин q , c і t залежать від стратегії проведення операції (i). У формальному вигляді вищезазначене можна записати так:

$$Y_{on} = Y\{q(i), c(i), t(i)\}.$$

Очевидно, що дійсна користь від моделювання може бути отримана тільки при дотриманні двох умов:

- модель забезпечує коректне (адекватне) відображення властивостей оригіналу, істотних з погляду досліджуваної операції;
- модель дозволяє усунути перераховані вище проблеми, що існують при проведенні вимірювань на реальних об'єктах.

Під *моделлю* розуміється така розумово-уявна або матеріально реалізована система чи фізичний об'єкт, яка відображає та відтворює об'єкт дослідження і здатна замінити його так, що її подальше вивчення та дослідження дає нам нову інформацію про цей об'єкт.

В екології модель – це імітація того чи іншого явища реального світу, що дозволяє робити прогнози.

У залежності від способу реалізації всі моделі можна розділити на два великих класи: *реальні й ідеальні*.

Реальні (натурні, аналогові) моделі є об'єктами, що існують реально і створюються із реальних матеріалів. Такі моделі допускають, як правило, дійсне відтворення досліджуваного об'єкта і можуть бути геометрично подібні йому (наприклад, зменшені копії), фізично подібні (відтворюються фізичні процеси, що вивчаються, їх кінетика та динаміка, різного виду зв'язки) чи математично подібні

(наприклад, аналогові моделі побудовані на основі електромагнітних та електроакустичних аналогій. Наприклад, при проектуванні нового літака створюється його макет, що має ті ж аеродинамічні властивості; при плануванні забудови архітектори виготовляють макет, що відбиває просторове розташування її елементів. У зв'язку з цим натурне моделювання називають також *макетуванням*.

Ідеальні (знакові) моделі – це абстрактні описи того чи іншого об'єкта або явища реального світу, що дозволяють аналізувати його властивості.

Переваги ідеальних моделей полягають у тому, що вони дозволяють порівняно простими та недорогими засобами аналізувати поведінку екологічних систем та передбачати характер їх змін при внесенні в систему тих чи інших змін. Ідеальні (знакові) моделі мають більше можливостей, ніж реальні, тому що майже не пов'язані технічними обмеженнями їх створення. Загальна класифікація моделей в екології наведена на рисунку 4.1.

Знакові моделі поділяють на концептуальні і математичні.

Концептуальна (змістовна) модель – це абстрактна модель, що визначає структуру модельованої системи, властивості її елементів і причинно-наслідкові зв'язки, властиві системі й істотні для досягнення мети моделювання.

Фактично – це формалізований опис досліджуваної системи, що складається з тексту, блок-схеми, таблиць, графіків та іншого ілюстративного матеріалу.

Математична модель – це сукупність математичних співвідношень, що пов'язують вихідні характеристики стану фізичного об'єкта з вхідною інформацією, початковими даними, обмеженнями, що накладаються на функціонування об'єкта.

Математична модель знаходиться у певній відповідності з фізичним об'єктом і здатна замінити його з тією метою, щоб вивчення та дослідження моделі давало нову інформацію про поведінку об'єкта (механізм протікання процесів, динаміку, поведінку об'єкта як в минулому, так і в майбутньому тощо).

Математичні моделі можуть бути класифіковані за рядом ознак, у відповідності з якими і вибирається математичний апарат, покликаний слугувати мовою опису властивостей, структури і поведіння оригіналу. Розрізняють *апріорні* й *апостеріорні* моделі. Перші виводяться на основі теоретичних міркувань, а другі – на основі емпіричних даних. Вибір математичного апарату залежить також від складу фактичної інформації. Описи функціонування екосистем характеризуються звичайно нерівномірністю вивченості окремих процесів. Часто не відомий не лише математичний вид залежностей між окремими компонентами, але й взагалі відсутні будь-які кількісні характеристики процесів.

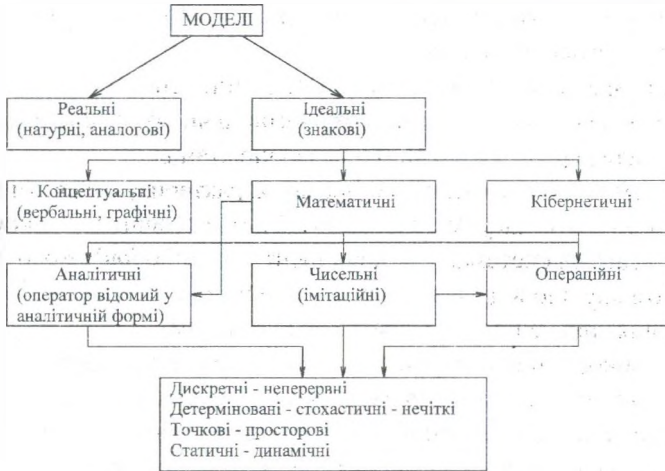


Рис. 4.1. Класифікація моделей в екології

Аналітичне моделювання припускає використання математичної моделі реального об'єкта у формі алгебраїчних, диференціальних, інтегральних і інших рівнянь, що пов'язують вихідні змінні з вхідними, доповненій системою обмежень. При цьому передбачається наявність однозначної обчислювальної процедури отримання точного розв'язку рівнянь.

При *імітаційному моделюванні* використовується математична

модель відтворює алгоритм (“логіку”) функціонування досліджуваної системи в часі при різних поєднаннях значень параметрів системи і зовнішнього середовища. Побудова імітаційної моделі не вимагає обов’язкового повного (строного) математичного опису реальної системи чи процесу. Широко застосовуються чисельні методи, що дозволяють за допомогою ЕОМ досить швидко наближено проаналізувати складну нелінійну систему, аналітичне розв’язування якої принципово неможливе.

Одним із них є потужність безлічі станів модельованої системи. За цією ознакою системи поділяють на *статичні* і *динамічні*. Система називається статичною, якщо безліч її станів містить один елемент. Якщо станів більше одного і вони можуть змінюватися в часі, система називається динамічною. Процес зміни станів називається *рухом системи*.

Розрізняють два основні типи динамічних систем:

- із дискретними станами (безліч станів чи обмежене їх число);
- із неперервно змінюваною безліччю станів.

Системи з дискретними станами характеризуються тим, що в будь-який момент часу можна однозначно визначити, у якому саме стані знаходиться система. Для такої ідентифікації обов’язково потрібно знати ту ознаку, що відрізняє один стан системи від іншого. Наприклад, при дослідженні систем масового обслуговування як таку ознаку, зазвичай, використовують число заявок у системі. Відповідно, зміна числа заявок у системі інтерпретується як перехід системи в новий стан.

Якщо ж не вдається підібрати таку ознаку або її поточне значення неможливо зафіксувати, то систему відносять до класу з неперервно змінюваною безліччю станів. Прикладом неперервно змінюваної безлічі станів може слугувати зміна форми падаючої краплі.

На практиці можливі також змішані випадки, коли деякі стани системи можуть бути ідентифіковані як дискретні, а інші – як неперервні; наприклад, у “житті” тієї ж краплі води, що утвориться в нещільно закритому крані, можна виділити як дискретні стани («висить» – «летить» – «упала»), так і неперервні (зміна форми під час падіння).

Зміна станів може відбуватися або у фіксовані моменти часу,

безліч яких дискретна (наприклад, надходження нових заявок на обслуговування), або неперервна (зміна температури тіла при нагріванні). Відповідно до цього розрізняють системи з дискретним часом переходів (зміни станів) і системи з неперервним часом (точніше, «живучі» у неперервному часі).



Рис. 4.2. Класифікація систем за типом поведінки

За умовами переходу з одного стану в інший розрізняють **детерміновані** системи і **стохастичні**.

У **детермінованих системах** новий стан залежить тільки від часу і поточного стану системи. Іншими словами, якщо є умови, які визначають перехід системи в новий стан, то для детермінованої системи можна однозначно вказати, в який саме стан вона перейде.

Для **стохастичної системи** можна вказати лиш безліч можливих станів переходу і, у деяких випадках, імовірнісних характеристик переходу в кожний із цих станів.

Розглянута схема класифікації систем важлива сама по собі. На етапі розробки концептуальної моделі вона, по-перше, дозволяє уточнити мету і завдання моделювання і, по-друге, полегшує перехід до етапу формалізації моделі. Крім того, значно пізніше, на етапі оцінювання якості розробленої моделі, знання класифікаційних ознак

дає можливість оцінити ступінь її відповідності первинному задуму розробника.

Необхідно відзначити, що розглянуті класифікаційні ознаки застосовні і для визначення типу моделі, що створюється. При цьому досліджувана система і її модель можуть відноситися як до одного, так і до різних класів. Наприклад, реальна система може бути піддана впливу випадкових факторів і, відповідно, буде відноситися до класу стохастичних систем. Якщо розробник моделі вважає, що впливом цих факторів можна знехтувати, то створювана модель буде являти собою детерміновану систему. Аналогічним чином можливе відображення системи з неперервним часом зміни станів у модель з дискретними переходами і т.д. Зрозуміло, приналежність реальної системи і її моделі до одного класу говорить про коректність моделі, однак, з погляду інтересів дослідження, таке “дзеркальне відображення” далеко не завжди є корисним.

Найбільш примітним у даній схемі є те, що процес пошуку (вибору) рішення носить циклічний характер. Мається на увазі, що кожен з етапів процесу може повторюватися неодноразово доти, поки не буде знайдене рішення, що задовольняє вимоги ОПП (або не мине час, відпущений на прийняття рішення). При цьому можуть уточнюватися мета й умови проведення операції, коректуватися модель переваг ОПП і модель самої операції. Очевидно, тривалість і успіх пошуку залежать не тільки від знань і навичок дослідника, але і від того, які інструменти він використовує у своїй роботі.

Системний аналіз є сукупністю наукових методів і практичних прийомів дослідження великих і складних проблем управління, методичним засобом реалізації системного підходу до управління. Схема процесу системного аналізу значно складніша за схему процесу прийняття управлінських рішень. Системний аналіз складається з таких стадій:

- постановка завдання;
- розмежування об'єкта і зовнішнього середовища;
- вибір критеріїв побудови моделей і зовнішнього середовища;
- розробка моделей, їх дослідження та формулювання рекомендацій.

Перша стадія являє собою усвідомлення ситуації, виявлення головної проблеми, попереднє вивчення системи, формулювання мети і визначення критеріїв. Друга стадія – це структурний аналіз об'єкта та розробка концепції його розвитку, виявлення найчутливіших точок системи. Третя стадія є основною – це розробка моделі та проведення аналізу. На четвертій стадії здійснюється синтез системи на основі отриманих внаслідок аналізу даних, її дослідження та вироблення рекомендацій.

4.2. Основні поняття та принципи теорії моделювання

Отже, щоб порівняти між собою різні стратегії проведення операції (чи рішення), потрібно отримати відповідні значення показників ефективності. Для цього, у свою чергу, корисно мати математичну модель досліджуваної операції. Таким чином, основна проблема полягає в тому, як її (модель) вибрати. У цьому випадку найкраще розраховувати на власні сили, точніше – на власні знання і досвід. І якщо досвід приходить тільки з часом, то відповідні знання можна отримати безпосередньо з моделей.

Розглянемо основні принципи моделювання, які у стислій формі відображають певний досвід, що накопичений до теперішнього часу у сфері розробки і використання математичних моделей.

Принцип інформаційної достатності. При повній відсутності інформації про досліджувану систему побудова її моделі неможлива. За наявності повної інформації про систему її моделювання позбавлене змісту. Існує деякий критичний рівень апріорних відомостей про систему (рівень інформаційної достатності), при досягненні якого може бути побудована її адекватна модель.

Принцип здійсненності. Створювана модель повинна забезпечувати досягнення поставленої мети дослідження з імовірністю, що істотно відрізняється від нуля, і за кінцевий час. Звичайно задають деяке граничне значення P_0 імовірності досягнення мети моделювання $P(t)$, а також прийнятну границю t_0 часу досягнення цієї мети. Модель вважають здійсненою, якщо виконана умова $P(t_0) \geq P_0$.

Принцип множинності моделей. Даний принцип, незважаючи на порядковий номер його викладення, є ключовим. Мова йде про те, що створювана модель повинна відображати в першу чергу ті властивості реальної системи (чи явища), що впливають на вибраний показник ефективності. Відповідно при використанні будь-якої конкретної моделі пізнаються лише деякі сторони реальності. Для більш повного її дослідження необхідний ряд моделей, що дозволяють з різних сторін і з різним ступенем детальності відбивати розглянутий процес.

Принцип агрегування. У більшості випадків складну систему можна подати як таку, що складається з агрегатів (підсистем), для адекватного математичного опису яких виявляються придатними деякі стандартні математичні схеми. Крім того, принцип агрегування дозволяє досить гнучко перебудувувати модель у залежності від завдань дослідження.

Принцип параметризації. У ряді випадків модельована система має у своєму складі деякі відносно ізольовані підсистеми, що характеризуються певним параметром, у тому числі векторним. Такі підсистеми можна замінити в моделі відповідними числовими величинами, а не описувати процес їхнього функціонування. За необхідності залежність значень цих величин від ситуації може задаватися у вигляді таблиці, графіка чи аналітичного виразу (формули). Принцип параметризації дозволяє скоротити обсяг і тривалість моделювання. Однак, треба мати на увазі, що параметризація знижує адекватність моделі.

4.3. Етапи математичного моделювання

Ступінь реалізації перерахованих принципів у кожній конкретній моделі може бути різним, причому це залежить не тільки від бажання розробника, але й від дотримання ним технології моделювання. А будь-яка технологія припускає наявність певної послідовності дій.

Слово “комп’ютер” поки що в нашому випадку не

використовувалося. Проте рано чи пізно воно повинно було з'явитися. Почнемо зі словосполучення “комп'ютерне моделювання”, що все частіше використовується у відповідній літературі. Саме по собі це поняття дуже широке, і кожен автор трактує його по-своєму. Зустрічаються, наприклад, такі вирази: “комп'ютерне моделювання екологічних систем”, “комп'ютерне моделювання річок” і т.п. У зв'язку з цим є необхідність уточнити, що ж розуміють під цим терміном. Отож, у даному випадку *комп'ютерне моделювання* – це моделювання з використанням засобів обчислювальної техніки. В комп'ютерному моделюванні модель використовується як елемент, поряд з яким можуть бути і математичні, і нематематичні моделі. Відповідно технологія комп'ютерного моделювання припускає виконання таких дій:

- визначення мети моделювання;
- розробка концептуальної моделі;
- формалізація моделі;
- програмна реалізація моделі;
- планування модельних експериментів;
- реалізація плану експерименту;
- аналіз та інтерпретація результатів моделювання.

Зміст перших двох етапів практично не залежить від математичного методу, покладеного в основу моделювання (і навіть навпаки – їх результат визначає вибір методу).

Очевидно, в одних випадках кращим є аналітичне моделювання, в інших – імітаційне (чи поєднання того й іншого). Щоб вибір був вдалим, необхідно відповісти на два питання:

- з якою метою проводиться моделювання?
- до якого класу може бути віднесене модельоване явище?

Відповіді на ці питання можуть бути отримані в ході виконання двох перших етапів моделювання.

Загальна мета моделювання в процесі прийняття рішення – це визначення (розрахунок) значень вибраного показника ефективності (ПЕ) для різних стратегій проведення операції (чи варіантів реалізації проєктованої системи). При розробці конкретної моделі мета моделювання повинна уточнюватися з урахуванням використовуваного

критерію ефективності. Для критерію придатності модель, як правило, повинна забезпечувати розрахунок значень ПЕ для всієї безлічі припустимих стратегій. При використанні критерію оптимальності модель повинна дозволяти безпосередньо визначати параметри досліджуваного об'єкта, що дають екстремальне значення ПЕ.

Таким чином, мета моделювання визначається як метою досліджуваної операції, так і планованим способом використання результатів дослідження. Наприклад, проблемна ситуація, що вимагає ухвалення рішення, формулюється в такий спосіб: знайти варіант побудови обчислювальної мережі, що мав би мінімальну вартість при дотриманні вимог щодо продуктивності і надійності. У цьому випадку метою моделювання є визначення параметрів мережі, що забезпечують мінімальне значення ПЕ, у ролі якого виступає вартість.

Завдання може бути сформульовано інакше: з декількох варіантів конфігурації обчислювальної мережі вибрати найбільш надійний. Тут у якості ПЕ вибирається один з показників надійності (середнє напрацювання на відмову, імовірність безвідмовної роботи і т.д.), а метою моделювання є порівняльна оцінка варіантів мережі за цим показником.

Наведені приклади дозволяють нагадати про те, що сам по собі вибір показника ефективності ще не визначає "архітектуру" майбутньої моделі, оскільки на цьому етапі не сформульована її концепція, чи, як кажуть, не визначена концептуальна модель досліджуваної системи.

4.4. Побудова концептуальної моделі

Побудова концептуальної моделі містить такі етапи:

- визначення типу системи;
- опис робочого навантаження;
- декомпозиція системи.

На першому етапі здійснюється збір фактичних даних (на основі роботи з літературою і технічною документацією, проведення натурних експериментів, збору експертної інформації і т.д.), а також

висування гіпотез щодо значень параметрів і змінних, для яких відсутня можливість отримання фактичних даних. Якщо отримані результати відповідають принципам інформаційної достатності й здійсненності, то вони можуть бути основою для віднесення модельованої системи до одного з відомих типів (класів).

4.5. Опис робочого навантаження

При дослідженні ефективності операції дуже важливу роль відіграє коректний опис умов її протікання. Як правило, він являє собою перелік і характеристики зовнішніх факторів, що впливають на виконавчу підсистему, використовувану ОПР для досягнення мети операції. Якщо при порівнянні різних стратегій інші види матеріальних ресурсів не розглядаються, то завдання дослідження ефективності операції може бути сформульована як завдання оцінювання ефективності виконавчої підсистеми (саме в цьому розумінні раніше поряд з поняттям “ефективність операції” використовувалося поняття “ефективність системи”). У цьому випадку, замість умов проведення операції, зручніше розглядати робоче навантаження відповідної системи.

Робоче навантаження (РН) – це сукупність зовнішніх впливів на ефективність застосування даної системи в рамках проведеної операції. Наприклад, нехай оцінюється продуктивність бортової обчислювальної системи при керуванні польотом космічного корабля. Як параметри робочого навантаження такої системи доцільно розглядати потік інформації, що підлягає обробці, і потік відмов, що приводить до порушення обчислювального процесу. Оцінки продуктивності ВР будуть мати сенс тільки в тому випадку, якщо відомо, для якого робочого навантаження вони отримані. Це твердження справедливе для будь-якого завдання ухвалення рішення, до якої б предметної сфери вона б не належала. Не можна говорити про міцність мосту, не вказуючи, на яке максимальне навантаження він розрахований; так само некоректно повідомляти максимальну швидкість автомобіля, не уточнивши, в яких умовах вона була

досягнута.

Опис робочого навантаження є не тільки важливим, але й досить складним завданням. Особливо в тих випадках, коли доводиться враховувати вплив випадкових факторів, чи коли мова йде про робоче навантаження проектованої принципово нової системи. У зв'язку з цим багато авторів вводять поняття моделі робочого навантаження, підкреслюючи порівнянність рівня складності опису власне системи і її робочого навантаження.

Модель робочого навантаження повинна мати такі основні властивості:

- сумісність з моделлю системи;
- показовість;
- керованість;
- системну незалежність.

Властивість *сумісності* передбачає, що ступінь деталізації опису РН відповідає деталізації опису системи і модель РН повинна бути сформульована в тих же категоріях предметної сфери, що і модель системи. Наприклад, якщо в моделі системи досліджується використання ресурсів, то РН повинно бути виражене в запитах на ресурси.

Показовість моделі РН визначається її здатністю адекватно представити РН відповідно до мети дослідження. Іншими словами, модель РН повинна відповідати меті дослідження системи. Наприклад, якщо оцінюється пропускну здатність, то повинно вибиратися РН, яке "наситує" систему.

Під *керованістю* розуміється можливість зміни параметрів моделі РН у деякому діапазоні, зумовленому метою дослідження.

Системна незалежність – це можливість перенесення моделі РН з однієї системи на іншу зі збереженням її показовості. Дана властивість найбільш важлива при розв'язуванні завдань порівняння різних систем чи різних модифікацій однієї системи. Якщо модель РН залежить від конфігурації досліджуваної системи чи інших її параметрів, то використання такої моделі для рішення завдання вибору неможливе.

I, нарешті, звернемося до етапу, що завершує побудову концептуальної моделі системи – її декомпозиції.

Декомпозиція системи здійснюється, виходячи з вибраного рівня деталізації моделі, що, у свою чергу, визначається трьома факторами:

- метою моделювання;
- обсягом апіорної інформації про систему;
- вимогами до точності і вірогідності результатів моделювання.

Рівні деталізації іноді називають **стратами**, а процес виділення рівнів – **стратифікацією**.

Деталізація системи повинна здійснюватись до такого рівня, щоб для кожного елемента були відомі чи могли бути отримані залежності його вихідних характеристик від вхідних впливів, істотні з погляду вибраного показника ефективності.

Підвищення рівня деталізації опису системи дозволяє отримати більш точну її модель, але ускладнює процес моделювання і веде до зростання витрат часу на його проведення. Наприклад, якщо моделюється дискретна система, то більш детальний її опис означає збільшення числа різних станів системи, що враховуються в моделі, і, як наслідок, – неминуче зростання обсягу обчислень. Тому при виборі рівня опису системи доцільно керуватися таким правилом: у модель повинні увійти всі параметри, що забезпечують визначення цікавих для дослідника характеристик системи на заданому тимчасовому інтервалі її функціонування; інші параметри, по можливості, варто вилучити з моделі.

При **імітаційному моделюванні** для оцінювання вибраного рівня деталізації можна використовувати спеціальні критерії.

Перший з них – відношення реального часу функціонування системи до часу моделювання (тобто до витрат машинного часу, необхідного на проведення модельного експерименту).

Наприклад, якщо при одних і тих самих підходах до програмної реалізації моделі моделювання одна година роботи системи вимагає в одному випадку 3 хвилини машинного часу, а в іншому – 10 хвилин, то в другому випадку ступінь деталізації опису вищий (співвідношення 3:10).

Другий критерій – роздільна здатність моделі, зокрема:

- *за часом* – може бути визначена як найкоротший інтервал модельного часу між сусідніми подіями;
- *за інформацією* – найменша ідентифікована порція інформації, представлена в моделі (для обчислювальних систем, наприклад, такими порціями можуть бути: слово, сторінка, програма, завдання).

Третій критерій – кількість різних модельованих станів системи (чи типів подій). Для тих компонентів, щодо яких відомо чи передбачається, що вони сильніше впливають на точність результатів, ступінь деталізації може бути вищим від інших.

Необхідно відзначити, що зі збільшенням ступеня деталізації зростає стійкість моделі, але зростають і витрати машинного часу на проведення модельного експерименту.

4.6. Основи моделювання у системі MATLAB

Система MATLAB (від MATrix LABoratory – матрична лабораторія) була створена спеціалістами компанії MathWorks, Inc. як мова програмування високого рівня для технічних обчислень і розвивається вже більше двох десятиріч. В результаті сьогодні MATLAB являє собою вдаль поєднання можливостей математики з останніми досягненнями в галузі обчислювальної техніки – комп'ютерною реалізацією чисельних методів та високоефективними алгоритмами, що дозволяють найбільш повно використовувати можливості комп'ютера при моделюванні.

Система MATLAB має відкриту архітектуру, що дає можливість її модифікації з метою вирішення нових науково-технічних завдань. MATLAB – це велика бібліотека функцій (більше 800), найбільш загальні з яких входять до *ядра* системи, а решта міститься у пакетах розширення *Toolboxes* (інструменти), орієнтованих на специфіку області моделювання. На даний час існує понад 30 пакетів розширення: символічна математика, статистика, ідентифікація систем, нечітка логіка, нейронні мережі, оптимізація, ідентифікація

систем, обробка зображень, розробка систем керування, моделювання взаємопов'язаних подій, обчислення у реальному часі з введенням даних з давачів у комп'ютер, фінансовий аналіз, моделювання систем зв'язку, моделювання електротехнічних та електромеханічних систем тощо. Також є можливість створення додаткових функцій безпосередньо мовою MATLAB чи C/C++, або модифікації бібліотечних (їх вихідний код мовою MATLAB відкритий для користувача), однак це потребує значно вищого рівня підготовки, ніж при роботі з компонентами та блоками, вибраними з відповідних Toolboxes.

Особливе місце серед інструментальних додатків займає пакет розширення *Simulink*. У ньому реалізовано принципи візуально-орієнтованого програмування, що дозволяє легко набирати необхідні блоки та з'єднувати їх з метою створення моделі аналізованої системи. Пакет Simulink значно полегшує моделювання і робить його прозорим та інтуїтивно зрозумілим, що дозволяє значно зменшити час для початкового освоєння системи MATLAB користувачем. У порівнянні з іншими програмами для візуального моделювання Simulink має значно більшу універсальність та відкритість, а також надійність і достовірність, оскільки система відповідає лише за математичні обчислення, а модель створює користувач.

MATLAB має широкі можливості з візуалізації результатів моделювання та подання їх у зручному вигляді:

- дво- та тривимірні графіки;
- анімація;
- озвучування результатів та ходу процесу моделювання;
- інтеграція з MS Word та MS Excel;
- обмін даними у мережі Інтернет.

Крім того, користувач має можливість створювати засобами MATLAB власний графічний інтерфейс, який відповідатиме вимогам розв'язуваного завдання.

На рисунку 4.3 наведено демонстраційний приклад моделі екобудинку у Simulink.

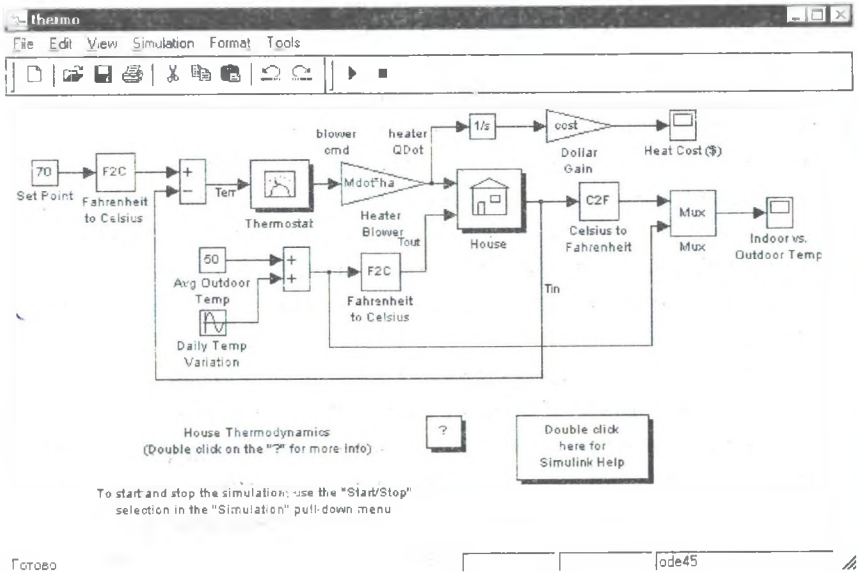


Рис. 4.3. Структура термодинамічної моделі екобудинку у вікні Simulink

Переважна більшість блоків є стандартними бібліотечними елементами, вибраними з відповідних бібліотек Simulink. Два блоки – терморегулятор (Thermostat) та будинок (House) – є об'єднаннями з декількох стандартних блоків та можуть редагуватись. На вхід системи подана константа 70 необхідної температури у будинку, що виражена у градусах за Фаренгейтом. Наступний блок F2C здійснює перетворення за формулою у градуси за Цельсієм. Далі блок суматора визначає різницю між температурою у будинку та необхідною температурою. Блок термостата складається всередині з нелінійного перемикача із вбудованим гістерезисом. Температура назовні моделюється сумою константи 50 середньої температури за Фаренгейтом та синусоїдального сигналу добових варіацій температури. Ланки 1/s та cost здійснюють перерахунок у вартість підігріву. Індикація виконується типовими блоками побудови

графіків, що показують вартість підігріву та температуру всередині і зовні екобудинку (рис. 4.4).

Параметри кожного з блоків можуть змінюватись на вимогу користувача. Є можливість створення власних моделей за рахунок додавання нових елементів, що значно прискорює процес моделювання.

Особливо зручно створювати власні блоки (такі, як Thermostat та House у даному прикладі) на основі об'єднання типових елементів, а потім їх багаторазово використовувати.

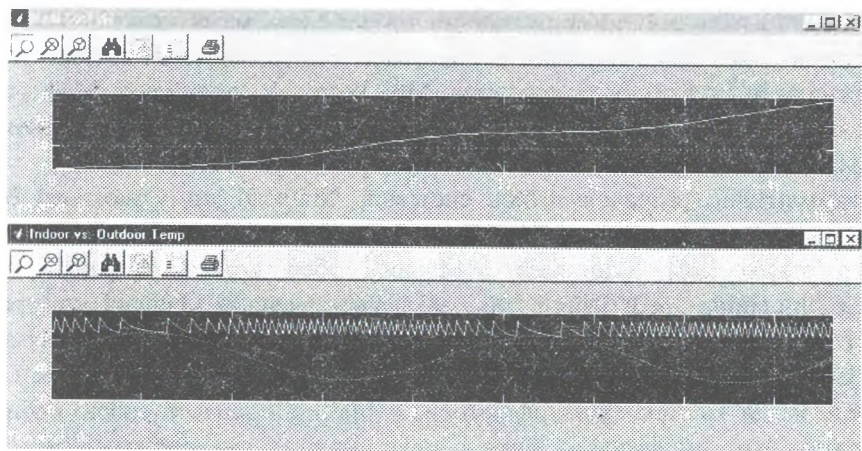


Рис. 4.4. Результати моделювання термодинамічної моделі екобудинку

4.7. Особливості моделювання екологічних процесів у системі Mathcad

Mathcad – це універсальна математична система, призначена для науково-технічних обчислень. На відміну від MATLAB, у Mathcad початкові дані, формули та результати обчислень подаються у вигляді, найбільш наближеному до звичайного математичного

представлення. Це дозволяє досягти прозорості та легкості обчислень. Порівнюючи Mathcad та MATLAB, важко сказати, яка система має потужнішу математику чи засоби візуалізації. Обидві системи мають велику бібліотеку функцій, можливість виведення різноманітних графіків та анімації, інтеграції з іншими програмами тощо. Все залежить від конкретної області застосування і зручності використання вибраного інструменту. Так, бібліотека елементів MATLAB значно перевищує приклади, подані у електронних підручниках, що постачаються з Mathcad. Створені моделі структур систем у MATLAB є достатньо наочними як блоки системи. Однак Mathcad дозволяє зробити значно прозорішою математику – тобто основу моделей. Інтерфейс користувача у Mathcad зовні схожий на інтерфейс текстового редактора MS Word. У документі Mathcad можуть розміщуватись математичні вирази, текст та графіки. Математичні вирази та графіки можуть бути взаємопов'язані та автоматично розраховуватись системою Mathcad, тому важливе їх розміщення, оскільки математичні вирази виконуються зліва направо та зверху вниз. Документи Mathcad зберігаються у файлах з розширенням .mcd. Файли, створені у ранніх версіях Mathcad, можуть відкриватись більш новими версіями з автоматичною конвертацією. Змінні у Mathcad можуть бути числовими, рядковими, символьними і т.д. Імена змінних (ідентифікатори) у Mathcad являють собою набір латинських чи грецьких букв і цифр (можуть використовуватись і символи кірилиці). Тип змінної визначається автоматично її значенням при першому присвоюванні, на відміну від більшості мов програмування, що вимагають попереднього вказання типу. На рисунку 4.5 наведено приклад моделювання динаміки чисельності окремої популяції за диференціальним рівнянням Мальтуса.

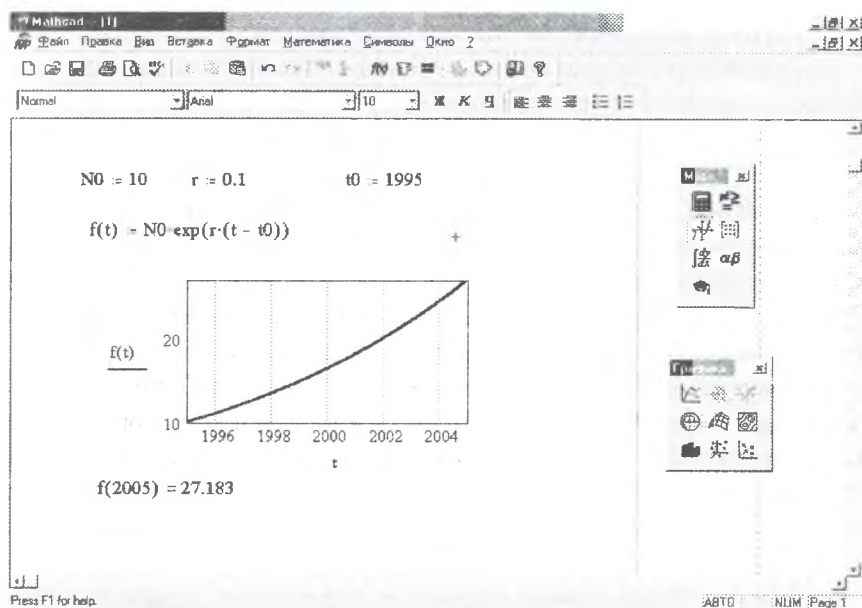


Рис. 4.5. Моделювання динаміки чисельності окремої популяції за диференціальним рівнянням Мальтуса

4.8. Основи роботи з Maple

Математичний пакет Maple є лідером у сфері символічної математики і увійшов складовою частиною ряду сучасних пакетів. Розглянемо основи роботи у пакеті Maple для версії Maple 6 від Waterloo Maple Inc. Maple має досить великі можливості у проведенні обчислень та візуалізації результатів, що дозволяє використання його для:

- проведення математичних досліджень, які вимагають обчислень і аналітичних висновків;
- розробки й аналізу алгоритмів;
- математичного моделювання і комп'ютерного експерименту;
- аналізу і обробки даних;

- візуалізації, наукової та інженерної графіки.

Порівнюючи Maple з MATLAB та Mathcad, слід відзначити, що інтерфейс роботи Maple подібний до роботи у режимі командного рядка MATLAB, що не так зручно, як застосування графічної оболонки Simulink у MATLAB чи візуальних, наближених до типових математичних виразів Mathcad. До переваг Maple можна віднести вищу швидкість обчислень та менші вимоги до комп'ютера (як до продуктивності процесора, так і до необхідного об'єму вільного простору вінчестера), можливість виведення інформації в форматі LaTeX, найкраща символічна математика, більш стабільна робота у порівнянні з Mathcad, більш лаконічний запис вхідних даних у порівнянні з MATLAB. Спеціалізовані функції Maple, що орієнтовані на конкретні області застосування, містяться в окремих бібліотеках. Усе це робить Maple найбільш привабливим для професійних застосувань прикладної математики із значною часткою аналітичних висновків.

Система Maple створювалась як пакет комп'ютерної алгебри, тобто основним об'єктом тут є формули й операції з ними. Без додаткових вказівок символ, наприклад x , вважається фактично математичною змінною, як x у формулі $f(x)$. Така специфіка систем комп'ютерної алгебри дозволяє проводити точні обчислення.

Робота з Maple полягає в тому, що користувач вводить математичні вирази та команди, а система намагається їх виконати і дати відповідь. Отримавши (чи не отримавши) відповідь, користувач вводить нові інструкції і так далі – взаємодія з пакетом відбувається в діалоговому режимі. Завдяки власній мові програмування високого рівня, введені вирази й інструкції, а також результати виконання команд – формули, графіки, таблиці та числа – запам'ятовуються в єдиному документі.

Графічний інтерфейс Maple аналогічний наявному в системах редагування і підготовки тексту і використовує звичайні засоби роботи з файлами і редагування (миша і клавіатура). У верхній частині вікна розташовано меню (пункти File, Edit і т.д.), нижче – рядок піктограм Toolbar для ряду часто виконуваних операцій, ще

нижче – рядок піктограм Context Bar, що організують подання даних у сеансі. Потім іде одне чи декілька вікон з документами, в яких розміщуються формули, рисунки, що супроводжують текст і т.д. У нижній частині вікна знаходиться смуга Status line, що містить інформацію про систему.

Робота в Maple проходить у режимі сесії (session) – користувач вводить команди, математичні вирази, процедури, що сприймаються й інтерпретуються Maple. Кожна команда повинна завершуватися й крапкою з комою “,” чи двокрапкою “:”. У першому випадку в рядку під командою буде виведений результат виконання команди чи повідомлення про помилку, у другому випадку результат не виводиться. Для скасування всіх зроблених призначень і початку нового сеансу без виходу з Maple використовується команда restart.

Крім того, у Maple можна вводити таблиці і текстові параграфи, структурувати текст і документ, додавати гіперпосилання, що поєднують кілька документів у цілісну електронну книгу. У документ також можна вставляти об’єкти (рисунки і таблиці) з інших програм, використовуючи інтерфейс OLE2.

Команди Maple набираються після запрошення (>). Можливі два способи-подання: стандартний математичний запис та запис Maple. У першому випадку на екрані дисплея інтеграли, суми й ін. подаються своїми математичними зображеннями, а в другому – за допомогою текстових еквівалентів.

Результати роботи можуть бути збережені у файлах різних форматів. Поточний документ (області введення і виведення, коментарі, текст, графіка) записуються у файл із розширенням *.mws*. При записі у файли з іншими розширеннями зберігаються тільки області введення і тексти коментарів. Крім того, весь документ чи його частина можуть бути збережені у форматах, що допускають їхнє використання в інших програмах.

Наведемо приклад, що включає опис функції f і виведення її графіка на нескінченному інтервалі (рис. 4.6).

```
> f:=x->sin(x)/x;  
> plot(f,-infinity..infinity,numpoints=300);
```

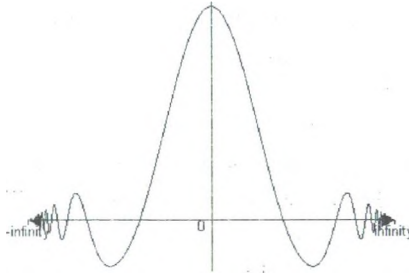


Рис. 4.6. Приклад моделювання у Maple

Програми Mathcad, MATLAB та Maple є найбільш поширеними та охоплюють практично більше 90% користувачів, що застосовують комп'ютер у математичних розрахунках. Окрім цих програм, є досить велика кількість інших математичних програм. Це – як універсальні математичні пакети, так і невеликі програми, що автоматизують часто виконувані розрахунки, різноманітні калькулятори та засоби створення графіків.

Особливу увагу привертає ряд некомерційних математичних програм, що створювались під Linux. Найбільші можливості у цьому напрямку має пакет Scilab (рис. 4.7), що розроблявся французькими інститутами INRIA та ENPC, а також Scilab Consortium. Пакет Scilab можна вільно завантажувати з сайту виробника як у вигляді виконуваних файлів, так і разом із вихідними кодами. Існують версії цієї програми для Linux та MS Windows. Бібліотеки, що орієнтовані на конкретні області застосування, поставляються додатково. Можливості Scilab наближаються до MATLAB у режимі командного рядка. Бібліотеки пакетів розширення (Toolboxes) значно менші. Існує можливість імпорту документів з MATLAB, Maple, Tk-Tcl, а також математичних виразів з редакторів формату TeX. Можливе створення додаткових функцій мовами C та Fortran. Повна документація до пакета Scilab англійською мовою є на сайті виробника.

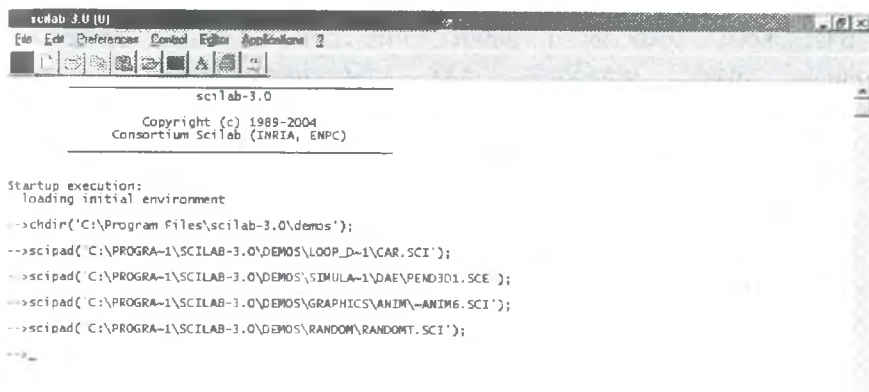


Рис. 4.7. Робоче вікно пакета Scilab

Пакет підтримує основні елементарні та значну кількість спеціальних функцій, що застосовуються у математиці, у тому числі різні види згладжування та апроксимації, еліптичні інтеграли, функції Бесселя тощо. Як і MATLAB, Scilab має розвинуті інструменти для створення та обробки масивів (векторів, матриць і т.д.), підтримуються й інші складні структури (списки), що об'єднують послідовності даних довільного типу.

Scilab може виводити графіки функцій у двовимірному та тривимірному просторі, будувати гістограми тощо. Передбачено різноманітне налагодження властивостей графіків: кольори, метод побудови, відтворення сітки і керування десятками інших характеристик. Графіки можна виводити на екран чи зберігати у зовнішніх файлах.

Scilab має власну потужну мову програмування з широким набором конструкцій для організації циклів, умовних переходів, операцій введення/виведення. За допомогою цієї мови можна отримати доступ до всіх можливостей пакета. Підпрограми (функції), як правило, створюються у вигляді окремих файлів, що формуються у бібліотеки та підключаються у випадку необхідності спеціальною командою.

Загалом, можна зробити висновок, що Scilab дещо складніший у

початковому освоєнні і роботі, ніж описані нами програми, однак краще підходить для створення недорогих, але конкурентоспроможних рішень у сфері обробки даних, чисельної реалізації алгоритмів та візуалізації результатів. Особлива перевага відчувається, коли сформована прикладна програма мовою Scilab з відкритим до модифікацій кодом застосовується великою кількістю користувачів у державних установах та закладах освіти, що обмежені у фінансуванні, однак прагнуть використовувати виключно ліцензійне або офіційно відкрите програмне забезпечення.

Контрольні питання та завдання для самостійної роботи

1. Наведіть загальну схему прийняття рішень у процесі моделювання.
2. Що є мірою ефективності операцій під час НДРС?
3. У чому полягає суть теорії моделювання?
4. Назвіть основні принципи моделювання і обґрунтуйте їх.
5. Складіть послідовність етапів математичного моделювання.
6. Чим відрізняється аналітичне моделювання від імітаційного?
7. Як будується концептуальна модель?
8. Що означає статична, динамічна, детермінована і стохастична системи?
9. У чому полягає сутність системного аналізу?
10. У чому суть моделі робочого навантаження і які властивості вона має?
11. Охарактеризуйте такі характеристики моделі робочого навантаження, як показовість, керованість, системна незалежність та ін.
12. Що означає декомпозиція і деталізація системи?
13. Опишіть загальні властивості системи MATLAB.
14. Які особливості роботи з MATLAB у режимі командного рядка?
15. Які особливості роботи з пакетом Simulink системи MATLAB та основні переваги візуального програмування?
16. Як настроюється система MATLAB?
17. Як здійснюється налагодження графічного інтерфейсу у

середовищі MATLAB?

18. Охарактеризуйте засоби допомоги користувачеві MATLAB-Demos.
19. Які особливості роботи у Maple?
20. Як здійснюється інтегрування та диференціювання у Maple?
21. Як здійснюється побудова графіків у Maple?
22. Які є функції для побудови двовимірних та тривимірних графіків у Maple?
23. Які особливості роботи у Mathcad?
24. Як здійснюється інтегрування та диференціювання у Mathcad?
25. Як здійснюється побудова графіків Mathcad?
26. Які є функції для побудови двовимірних та тривимірних графіків у Mathcad?
27. Що спільного у пакетах Maple, MATLAB та Mathcad?
28. Як здійснюється оптимізація результатів досліджень за допомогою математичних пакетів?
29. Які особливості застосування і переваги системи Scilab?

Розділ V

ОСНОВИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ ІНФОРМАТИКИ ТА АНАЛІЗУ СТАНУ КОМПОНЕНТІВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

5.1. Мета і завдання експериментальних досліджень

Експериментальні дослідження відіграють дуже важливу роль у процесі пізнання людиною навколишнього світу.

Слово “експеримент” (від лат. *experimentum* – проба, дослід) означає науково поставлений дослід, проведений у цілком певних умовах, що дає змогу стежити за перебігом відповідного процесу та відтворювати його при повторенні цих умов.

Видатний експериментатор Кюв’є казав: “Спостерігач слухає природу, а експериментатор запитує і примушує її розкриватися”.

Роль експерименту в науці й техніці виключно важлива. Досить згадати створення лазерної техніки, досягнення космічної фізики, дослідження термоядерного синтезу, прогрес фізики елементарних частинок, унікальні експерименти для перевірки положень теорії відносності в земних умовах, вимірювання швидкості світла з точністю до 1 м/с чи відстані від точки на Землі до відбивача, розміщеного на Місяці і т. ін.

Важко переоцінити роль експериментів у будь-якій галузі науки чи техніки. А коли йдеться про екологію чи хімію, то там вони часто є єдиним способом отримання потрібної інформації.

Експеримент – особливий вид діяльності дослідника, здійснюваної ним з метою наукового пізнання (відкриття) певних характеристик об’єктів або систем чи пов’язаних з ними закономірностей.

При цьому дослідник діє на об’єкт за допомогою спеціальних методів, інструментів або приладів і може планомірно змінювати і варіювати різні умови, потрібні йому для одержання остаточного результату. Спостерігач – розглядає зовні явище (форму). Експериментатор – заглиблюється в середину і розглядає суть явища.

У наш час без експерименту практично не можлива жодна розробка технічного пристрою чи системи.

Експерименти поділяють на натурні та модельні, активні і пасивні.

У процесі *натурного експерименту* досліджується реальне явище чи процес. Експерименти, як правило, мають на меті уточнити характеристики обладнання, явища, процесу чи реального об'єкта, визначити надійність його роботи в непередбачуваних або аварійних режимах, перевірити правильність теоретичних розрахунків тощо. При цьому враховується весь обсяг факторів, що діють на досліджуваний об'єкт.

Натурний експеримент потребує значних фінансових витрат. Часто його проведення пов'язане з певним ризиком і тому до нього вдаються тільки в найнеобхідніших випадках.

Модельний експеримент здійснюється на модельних установках і дає змогу найповніше вивчити об'єкт і пов'язані з ним процеси. При цьому, на відміну від натурного експерименту, тут є змога проводити дослідження в "чистому" вигляді, тобто ізолювати досліджуване явище від другорядних факторів, що затіняють його перебіг. Результати модельних експериментів служать основою для створення математичних моделей і виконання технічних розрахунків.

Модельний експеримент дає змогу багатократно відтворювати хід досліджуваного процесу в строго фіксованих умовах, що під час натурного експерименту здебільшого зробити дуже важко.

Теорія постановки та проведення експерименту докладно розглядається в спеціальній літературі.

Розрізняють два принципи постановки експерименту. *Пасивний експеримент*, у якому розташування точок у факторному просторі ведеться на інтуїтивному рівні. Експериментальні точки розташовуються лише на деяких перетинах простору, що вибрані безсистемно. Це не лише ускладнює обчислювальну процедуру, а й практичне використання математичних моделей. *Активний експеримент* полягає у тому, що розташування точок у міжфакторному просторі алгоритмізовано. Це забезпечує підвищення точності моделі в цілому, скорочення в остаточному підсумку кількості дослідів у 5-10 разів у порівнянні з традиційними методами.

5.2. Основні означення і терміни експериментальних досліджень

Як обладнання для експерименту використовують:

- вимірювальні прилади (ВП);
- вимірювальну апаратуру (ВА);
- зразок для експерименту (ЗЕ).

Вимірювальні прилади – та частина обладнання, яка сприймає, обчислює, вимірює, спостерігає, записує, зберігає і показує параметри установок і режимів, фіксує значення фізичних величин.

Зразок для експерименту – це об'єкт, який підпадає під дослідження і який, при необхідності, можна замінити іншим. В окремих експериментах його в явному вигляді може й не бути, наприклад, при дослідженні нового способу виробництва чи технології.

Вимірювальна апаратура – сукупність пристроїв, які необхідно мати для проведення експерименту (у тому числі вимірювальні прилади та досліджуваний об'єкт).

План експерименту – це набір інструкцій щодо проведення експерименту, в якому подається послідовність роботи і вказується характер та значення змінних, наводяться рекомендації до виконання повторних експериментів.

Послідовність проведення експерименту – порядок, в якому вносять зміни в роботу ВА.

Реплікація – повторення експерименту. Але це – не просто повторення вимірювань, а повернення до попередніх умов після широкої серії досліджень, проведених при різних, відмінних від початкових, параметрах установок.

Змінна – будь-яка варійована фізична величина.

Незалежна змінна – змінна, яка варіюється незалежно від інших змінних.

Залежна змінна – змінна, що змінюється при варіюванні інших змінних.

Зовнішня змінна – та, яка впливає на експеримент, але змінюється випадковим чином і в окремих випадках не контролюється

(температура і тиск навколишнього повітря, волога тощо).

Контрольований експеримент – такий, при якому вплив зовнішніх змінних виключається, а незалежні змінні можна встановлювати точно за бажанням експериментатора.

Дані експерименту – будь-яка інформація в символічному вигляді, отримана під час експерименту (фотознімки, цифри, прості відповіді “так – ні”, спектри, сигнали тощо).

Необроблені дані – дані, одержані безпосередньо з приладів.

Оброблені дані – та сама інформація, змінена в результаті виконання над нею певних математичних дій.

5.3. Етапи експерименту

Незважаючи на величезну різноманітність експериментів, можна подати загальний план їх підготовки та проведення, які містять у собі такі основні взаємопов'язані етапи:

1) **літературний огляд**, патентний пошук, Інтернет-пошук. Переконайтеся, що людство до Вас аналогічне завдання ще не розв'язало;

2) **визначення мети та завдань експерименту**; останні в найзагальнішому випадку можуть бути зведені до таких:

а) перевірка передбачення теорії;

б) перевірка правильності розрахунку якоїсь фізичної величини, що характеризує параметр обладнання чи процесу, який відбувається в ньому;

с) дослідження взаємозв'язку певних змінних, дістати які за розрахунками дуже важко, та експертного зразка (об'єкта контролю чи вимірювань);

3) **вибір об'єкта дослідження**, при якому зумовлюються не тільки вид досліджуваного об'єкта, але й те, в якому вигляді – натуральному чи модельованому – мають подаватися в експерименті його параметри, які з них будуть вхідними, а які – вихідними, які змінюються в процесі експерименту, а які будуть сталими. Ретельність підготовки зразкового або робочого засобів вимірювань;

4) *теоретична підготовка експерименту*. У процесі проведення експериментальних досліджень, щоб перевірити передбачення теорії, необхідно проаналізувати її та виявити “критичні” точки, в яких вона найбільш різко розбігається з існуючими поглядами на явища та процеси, межі досліджень.

Якщо перевіряється правильність розрахунку, то визначаються теоретично можливі способи безпосереднього вимірювання штучної величини з максимальною точністю або той факт, чи можна її обчислити через інші вимірювані величини. При цьому необхідно пам’ятати, що непряме знаходження величини пов’язане з більшою похибкою, ніж пряме її вимірювання, а також про те, що окремі математичні залежності справджуються тільки за певних умов, яких слід суворо дотримуватись у ході експерименту.

При дослідженні взаємозв’язків, змінних на цьому етапі, теоретично встановлюються найпростіші й однозначні залежності, які можна перевірити в процесі експерименту з мінімальними затратами часу і з допомогою мінімальної кількості апаратури, особливо нестандартної.

На цьому етапі з’ясовують, що і яким способом треба вимірювати, якими мають бути чутливість і точність вимірювальних приладів та обладнання, перевіряють можливість використання серійних приладів;

1) *приладне оснащення експерименту*. Цей етап включає в себе проектування або вибір вимірювальної апаратури, в тому числі зразка для експерименту, спеціальних дослідницьких стендів, вибір конкретних вимірювальних приладів (в разі їх відсутності – проектування спеціальних приладів), розрахунок схем увімкнення, забезпечення обліку зовнішнього впливу на апаратуру і вимірювальний об’єкт (зразок) тощо;

2) виготовлення, монтаж і *налагодження вимірювальної апаратури*, встановлення, перевірки. Математична теорія планування експериментів базується на використанні положень математичної статистики та кібернетики. Вона застосовується для систем будь-якої складності;

3) *проведення експерименту* за відповідним алгоритмом і методиками, розробленими (спланованими) раніше.

Розглянемо деякі поняття та означення математичної *теорії планування експериментів*. Будь-який експеримент можна подати як відповідну систему операцій, спрямованих на отримання потрібної інформації про досліджуваний об'єкт.

Змінна величина, яка так чи інакше впливає на результати експерименту, називається *фактором*. *Рівнем фактора* називають його фіксовані значення, які відраховуються від початку відліку.

Простір, координатні осі якого відповідають значенню факторів, називають *факторним простором*. Та область факторного простору, де розміщені точки, які відповідають умовам проведення експерименту, називають *областю експериментування*. Спостережувана випадкова величина, яка за припущенням залежить від факторів і являє собою їх відгук, називається *функцією відгуку*. Геометричне подання функції відгуку у факторному просторі є *поверхнею відгуку*.

Розрізняють *основні* та *випадкові* фактори.

Якщо в експерименті виявляється залежність функції у тільки від одного фактора x , то такий експеримент називається *однофакторним*. Якщо така залежність обумовлюється більшою кількістю факторів, то експеримент буде *багатофакторним*.

Серед методів планування експерименту найпоширенішим є *метод повного факторного експерименту* – експерименту, план якого містить усі можливі комбінації всіх факторів, які повторюються на кожному рівні однаково число разів (для N рівнів кількість таких комбінацій буде N^n , де n – кількість факторів). Кожний фактор має зумовлену межу вимірювання, всередині якої він змінюється дискретно чи неперервно. Метод повного факторного експерименту базується на тому положенні, що будь-яку неперервну досліджувану функцію $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$, яка має всі похідні в заданій точці з координатами $x_{01}, x_{02}, \dots, x_{0n}$, можна розкласти в ряд Тейлора:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_H x_H + \beta_{21} x_1 x_2 + \dots \\ \dots + \beta_{(n-1)} x_{(n-1)} x_n + \beta_{11} x_1^2 + \beta_{22} x_2^2 + \dots + \beta_{nn} x_n^2,$$

де β_0 – значення функції відгуку на початку координат $x_{01}, x_{02}, \dots, x_{0n}$.

$$\beta_i = \frac{dy}{dx_i}; \quad \beta_{ij} = \frac{d^2y}{dx_i dx_j}; \quad \beta_{ii} = \frac{1}{2} \frac{d^2y}{dx_i^2}.$$

На практиці за результатами експерименту цей поліном замінюється так званим *рівнянням регресії*:

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^n b_i z_i + \sum_{i,j=1}^n b_{ij} z_i z_j + \sum_{i,j=1}^n b_{ij} z_i^2,$$

де b_0, b_i, b_{ij} – коефіцієнти регресії; z_i – закодована змінна, яка введена для спрощення обчислень:

$$z_i = \frac{x_i - x_{0i}}{0,5\Delta x_i}; \quad \Delta x_i = x_{i\max} - x_{i\min}; \quad x_{0i} = \frac{x_{i\max} + x_{i\min}}{2}.$$

Максимальному значенню $x_{i\max}$ відповідає $z_i = +1$, а мініимальному $x_{i\min}$ відповідає $z_i = -1$.

Проілюструємо використання методів планування на прикладі дво- і трифакторного експериментів. Для двофакторного експерименту припускають, що явище чи процес описується лінійним поліномом, тобто поверхня відгуку є площиною:

$$y = b_0 + b_1 z_1 + b_2 z_2.$$

Щоб побудувати поверхню відгуку у вигляді площини, досить виконати чотири досліди. Найкраще вимірювати вибрані фактори на двох рівнях – максимальному $z_i = +1$ і мініимальному $z_i = -1$.

План експерименту в цьому випадку можна подати у вигляді матриці $y = f(z_1, z_2)$. Нагадаємо, що кількість дослідів дорівнює N^n , де N – кількість рівнів (для нашого випадку 2), а n – кількість факторів (у нашому випадку також 2). Тоді матриця плану експерименту буде виглядати так, як показано в таблиці 5.1.

Принцип побудови матриці планування повного факторного експерименту полягає в тому, що рівні варіювання першого фактора чергуються від досліду до досліду, причому частота зміни рівнів варіювання кожного наступного фактора вдвічі менша, ніж попереднього.

Таблиця 5.1 – Матриця плану експерименту ($N=2, p=2$)

Дослід	Фактори		Функція відгуку
	z_1	z_2	
1	-1	-1	Y_1
2	+1	-1	Y_2
3	-1	+1	Y_3
4	+1	+1	Y_4

Для трифакторного експерименту матрицю плану можна подати аналогічно. У цьому разі $N=2, p=3$, а кількість дослідів дорівнює 8. Тоді матриця плану експерименту набирає вигляду, що відповідає таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Матриця плану експерименту ($N=2, p=3$)

Дослід	Фактори			Функція відгуку
	z_1	z_2	z_3	
1	2	3	4	5
1	-1	-1	-1	Y_1
2	+1	-1	-1	Y_2
3	-1	+1	-1	Y_3
4	+1	+1	-1	Y_4
5	-1	-1	+1	Y_5
6	+1	-1	+1	Y_6
7	-1	+1	+1	Y_7
8	+1	+1	+1	Y_8

Матриця планування повного факторного експерименту є ортогональною, оскільки:

$$\sum_{j=1}^m z_{ij} = 0; \quad \sum_{j=1}^m z_{ij}^2 = m; \quad \sum_{j=1}^m z_{ir} z_{js} = 0,$$

де m – кількість дослідів повного факторного експерименту;

j – номер дослідів;

i, r, s – номери факторів.

Для такої ортогональної матриці коефіцієнти регресії лінійного полінома зумовлюються такими виразами:

$$b_0 = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m y_j; \quad b_i = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m z_{ij} y_j; \quad b_{is} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m z_{jr} z_{js} y_j.$$

Залежно від характеру досліджень експеримент можна виконувати послідовною зміною факторів у межах однієї серії дослідів (наприклад, під час виконання досліду в якійсь одній точці плану), або заміною фактора випадковим числом. В цьому випадку експеримент називається *рандомізованим*.

Прикладом послідовного плану експерименту може бути знаходження струму в лінійному полі за законом Ома: $I = \frac{U}{r}$, якщо під час проведення досліду напруга джерела підтримується постійною, а опір змінюється послідовно, крок за кроком, від меншого значення до більшого.

Якщо дослід такий же, але рандомізований, то зміна опору може бути випадковою, наприклад:

$$r_{\min}; \quad \frac{3}{4} r_{\max}; \quad \frac{1}{2} r_{\max}; \quad r_{\max}; \quad \frac{1}{4} r_{\max}.$$

Провівши експеримент, знаходять коефіцієнти регресії, для чого в найзагальнішому випадку використовують метод найменших квадратів, у відповідності з яким мінімізують суму квадратів відхилень розходжень значень величин у від одержаних відповідно в процесі експерименту.

Для повністю рандомізованого факторного експерименту план може бути побудований за допомогою латинських квадратів з використанням таблиці випадкових чисел. У цьому разі в кожному досліді вказується необхідне поєднання рівнів усіх факторів. Наприклад, для факторного експерименту, в якому кожен фактор вимірюється на трьох різних рівнях (наприклад, $x_1, x_2, x_3; y_1, y_2, y_3; z_1, z_2, z_3$), латинський квадрат буде таким:

	y_1	y_2	y_3
x_3	z_1	z_2	z_3
x_2	z_2	z_3	z_1
x_1	z_3	z_1	z_2

Факторний план використовується у таких випадках, коли відомо, що досліджувана функція F залежить від кожного фактора, причому

$$F = f_1(x) + f_2(y) + f_3(z),$$

де x, y, z – фактори експерименту.

Якщо невідомо, до якого класу належить функція F і чи підходить вона до цих класів взагалі, то рекомендується не проводити факторний експеримент, а вибрати класичний план його проведення, згідно з яким при $F = f(x, y, z)$ провести послідовно ряд однофакторних експериментів, у яких усі змінні, крім однієї, вважаються сталими, і лише одна змінна варіюється в усіх діапазонах її значень.

У тих випадках, коли відшукувана функція залежить відразу від кількох факторів, перерахуванням результатів експерименту можна знайти її залежність від одного фактора, який цікавить нас найбільше. Наприклад, у випадку трифакторного експерименту, план якого подається латинським квадратом, запишемо відповідні рівняння для рядків, що містять x_1, x_2, x_3 , розв'язуючи їх разом, знайдемо

$$f(x_1) = \frac{1}{3} \sum_1^3 F_{x_1}; \quad f(x_2) = \frac{1}{3} \sum_1^3 F_{x_2}; \quad f(x_3) = \frac{1}{3} \sum_1^3 F_{x_3},$$

де $F_{x_1}, F_{x_2}, F_{x_3}$ – відповідні функції відгуку, отримані в результаті експерименту при відповідних рівнях зміни факторів.

Для рядка квадрата x_1 це будуть такі три рівняння:

$$\left. \begin{aligned} F_{x_1} &= f(x_1) + f(y_1) + f(z_3) \\ F_{x_2} &= f(x_1) + f(y_2) + f(z_1) \\ F_{x_3} &= f(x_1) + f(y_3) + f(z_2) \end{aligned} \right\}$$

5.4. Основи вимірювання та вимірювальні прилади

Проведення будь-якого експерименту пов'язане з великою кількістю вимірювань. Поняття “вимірювання” означає знаходження значення певної фізичної величини за допомогою досліду та

спеціальних технічних засобів. Існує спеціальна наука “метрологія”, яка займається теорією та практикою вимірювання. Вимірювання фізичних величин є одним з найважливіших методів пізнання світу, що ґрунтується на принципі відображення фізичної величини певного розміру і результату відображення, тобто значення фізичної величини. Операція вимірювання базується на основному рівнянні вимірювань:

$$X = N \cdot [x],$$

де X – значення вимірюваної величини; $[x]$ – значення зразкової величини; N – коефіцієнт порівняння або відхилення вимірюваної величини від зразкової величини.

Якщо значення вимірюваної величини в процесі вимірювання не змінюється, то маємо *статичне вимірювання*, в іншому випадку – *динамічне вимірювання*.

Статичне вимірювання спостерігається, як правило, при дослідженнях усталених режимів або впливів. Під час визначення параметрів систем та їх перехідних процесів, коли ці параметри не залишаються сталими в часі, проводять динамічні вимірювання, наприклад, при дослідженні стійкості екологічних систем.

Вимірювання можуть бути *прямими* та *непрямими*. Під час прямих вимірювань потрібна величина відраховується безпосередньо за шкалою приладу, відградуйованого у відповідних одиницях.

При непрямих вимірюваннях виконують пряме вимірювання однієї величини, а потім, використовуючи відомі функціональні залежності, знаходять потрібну величину. В останньому випадку вимірюваний комплекс має в своєму складі так звані давачі, які вимірюють та перетворюють цю величину в проміжну.

Технічні засоби, що їх використовують для проведення вимірювань і які мають нормовані метрологічні характеристики, називаються *засобами вимірювання*. До них відносяться вимірвальні прилади та вимірвальні пристрої і перетворювачі.

Вимірвальні прилади виробляють сигнали вимірюваної інформації в такій формі, щоб її легко було прочитати експериментаторові. Всі вимірвальні прилади поділяють на *вказівні* та *реєстраційні*. Якщо прилад має шкалу з цифрами і будь-який

вказівний пристрій, наприклад стрілку, то такий прилад називають **вказівним**. Вказівні прилади, які видають інформацію тільки у вигляді цифр і не містять вказівних пристроїв, називають **цифровими**.

Для того, щоб вимірювати величини в динаміці і фіксувати при цьому їх зміни в часі, використовують **реєстраційні** прилади, які в залежності від кількості сигналів, що подаються на їх вхід, можуть бути одно- та багатоканальними. Зміни параметрів процесу можуть реєструватися або на спеціальному папері за допомогою чорнильних пер. або у вигляді цифр на спеціальній стрічці, або на кіно- чи фотоплівці за допомогою світлового променя. До першого типу реєстраційних приладів належать перові самописці, а до другого – променеві осцилографи.

У тих випадках, коли проводяться непрямі вимірювання певної електричної чи механічної величини, використовують **вимірювальні пристрої і перетворювачі**, які виробляють сигнал вимірюваної інформації у такій формі, щоб легко було передавати, перетворювати, обробляти та зберігати. Але цей сигнал може бути сприйнятий експериментатором візуально. Для цього він повинен надходити на спеціальні реєструючі прилади.

Щоб отримати дійсні значення вимірюваної величини, необхідно покази приладів помножити або на сталу приладу, або на ціну поділки шкали чи скористатися градуйованою кривою. Під **сталю приладу** розуміють кількість одиниць, на які потрібно помножити відлік.

Для правильного вибору вимірювального приладу велике значення має **діапазон** його вимірювання, який дорівнює різниці між значеннями вимірюваної величини, що відповідають початку та кінцю шкали.

Засоби вимірювання поділяють на **класи точності**, які характеризуються значеннями **допустимої похибки**. Чим менша цифра, яка означає клас точності, тим менша похибка і вища точність вимірювання. Клас точності приладу означає допустиму, сумарну, відносну похибку щодо верхньої межі вимірювань. Якщо клас приладу становить, наприклад 1, то допустима відносна похибка буде $\pm 1\%$.

5.5. Похибки вимірювань

Важливою характеристикою будь-якого вимірювального приладу є його *точність*, яка характеризується *сумарною похибкою*. Вона визначає похибку вимірювання, тобто відхилення показу приладу від дійсного значення вимірюваної величини.

Математично *абсолютна похибка вимірювання* (Δ) визначається алгебраїчною різницею між дійсним значенням вимірюваної величини x_0 і значенням цієї величини x , отриманим під час вимірювання:

$$\Delta = x_0 - x.$$

Абсолютна похибка вимірювання виражається в тих самих одиницях, що і вимірювана величина.

Значного поширення в теорії вимірювання набула інша величина похибки, яка називається *відносною похибкою вимірювань* та виражається у відсотках (%) від вимірюваної величини:

$$\delta = \left| \frac{\Delta}{x_0} \right| \cdot 100\%.$$

За характером зміни розрізняють *систематичну* та *випадкову* похибки. *Систематичною похибкою* ($\bar{\Delta}$) називають таку похибку, яка залишається сталою або прогнозовано змінюється при повторних експериментах. Таку похибку можна частково вилучити під час проведення експерименту за рахунок введення поправок, рандомізації тощо. Систематична похибка може зумовлюватися різними причинами. Наприклад, це може бути інструментальна похибка, що виникає через появу люфтів усередині приладу, а також через спрацювання та старіння його вузлів. В інших випадках така похибка може зумовлюватися недоліками самого методу вимірювань, застосуванням спрощених формул тощо. Дуже часто причиною систематичної похибки є *суб'єктивна похибка* спостерігача, яка пов'язана з його психофізіологічними особливостями.

Випадкова похибка (Δ^0) – це складова похибки, що змінюється непрогнозовано у ряді вимірювань тієї ж величини.

Випадкові похибки не підлягають жодним закономірностям і виникають від досліду до досліду випадковим чином під час вимірювання однієї і тієї самої величини. Зауважимо, що випадкові похибки можна істотно зменшити регулюванням приладів, урахуванням факторів навколишнього середовища, дбайливим розміщенням вимірювальних пристроїв тощо.

При цьому на основі теорії ймовірності і математичної статистики можна з відповідним ступенем ймовірності знайти інтервал, усередині якого знаходиться відповідне значення випадкової похибки.

В окремих випадках експериментатор може мати справу з грубою похибкою вимірювання, яка перевищує сподівану за даних умов. Вона може пояснюватися різкими поштовхами та відхиленнями вхідної напруги, неухважністю експериментатора під час читання показу того чи іншого приладу. Цю похибку легко виявити і годі вилучити відповідне значення з ряду вимірювань.

У спеціальній літературі з вимірювальної техніки докладно описані методики визначення характеристик випадкових величин, пов'язаних з обчисленням похибок. Тут спинимося лише на таких важливих поняттях, як довірчий інтервал, довірча ймовірність, надійність результату серії вимірювань.

Аналіз випадкових похибок ґрунтується на теорії випадкових похибок, яка дає змогу з певною гарантією обчислити справжнє значення вимірюваної величини та оцінити можливі похибки.

Для підвищення достовірності вимірювань тієї чи іншої величини та зменшення впливу випадкової похибки бажано збільшувати кількість вимірів та усереднювати отримані результати. Повністю вилучити випадкову похибку не можна, а можна тільки оцінити її числове значення. Для цього виконують статистичну обробку результатів вимірювань. Оскільки випадкова похибка вимірювань визначається великою кількістю незалежно діючих випадкових складових, то з центральної граничної теореми теорії

ймовірності розподіл випадкових похибок вимірювання буде близьким до нормального (Гауса) при обробці досить великого ряду вимірювань (не менше 30, але краще, якщо це 1000 і більше). При малій кількості вимірювань (до 30) використовують функції Стьюдента. Після вилучення з масиву вимірів відомих систематичних похибок результат вимірювань визначають, виходячи з математичного очікування, що для нормального закону розподілу є середнім арифметичним (\bar{x}):

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i.$$

Випадкове відхилення кожного окремого вимірювання:

$$\vartheta_i = x_i - \bar{x}.$$

Випадкову похибку оцінюємо за *середньоквадратичним відхиленням* S результатів вимірювань:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \vartheta_i^2}{n-1}}, \quad \sigma[\bar{x}] = \frac{S}{\sqrt{n}}.$$

Таким чином, за рахунок багатократних вимірювань можна досить ефективно зменшувати випадкову похибку.

Довірчим інтервалом називається інтервал значень $(\bar{x} - \Delta_\delta, \bar{x} + \Delta_\delta)$, в якому перебуває дійсне значення вимірюваної величини із заданою ймовірністю (\bar{x} – середньоарифметичне значення вимірюваної величини при серії вимірювань; Δ_δ – довірчі границі похибки вимірювання).

Довірча ймовірність вимірювання – це ймовірність того, що дійсне значення вимірюваної величини потрапляє в даний довірчий інтервал. Вона виражається в частках одиниці або у відсотках і визначає достовірність вимірювання.

При числі вимірів не більше 30 довірчі межі визначають за формулою Стьюдента:

$$\Delta_\delta = \pm k_t \cdot \bar{\sigma}(\bar{x}),$$

де k_t – коефіцієнт розподілу Стьюдента, який залежить від заданої ймовірності P і числа вимірювань n , та визначається з таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Значення коефіцієнтів Стьюдента

n-1	P=0,95	P=0,99	n-1	P=0,95	P=0,99
3	3,182	5,841	16	2,120	2,921
4	2,776	4,604	18	2,101	2,878
5	2,571	4,032	20	2,086	2,845
6	2,447	3,707	22	2,074	2,819
7	2,367	3,500	24	2,064	2,797
8	2,306	3,355	26	2,056	2,779
9	2,262	3,250	28	2,048	2,763
10	2,228	3,169	30	2,043	2,750
12	2,179	3,055			
14	2,145	2,977	∞	1,960	2,576

Розрізняють *генеральну* та *вибіркову сукупності вимірювань*. Під генеральною сукупністю розуміють всю нескінченну множину можливих значень вимірювань x_i чи можливих значень похибок Δx_i . Для вибіркової сукупності число вимірювань обмежене і в кожному конкретному випадку строго визначене. Вважають, що коли $n > 30$, тоді середнє значення даної сукупності вимірювань величини x достатньо наближається до її істинного значення. Теорія випадкових похибок дає змогу оцінити точність і надійність вимірювань за даною кількістю вимірювань чи визначити мінімальну їх кількість, яка гарантує задану точність і надійність результатів. Поряд із цим постає потреба вилучити грубі похибки, визначити вірогідність здобутих даних тощо.

Якщо вилучити систематичні похибки та грубі прорахунки, то, навіть у разі використання засобів вимірювання підвищеної точності, на результати вимірювань впливатимуть різні випадкові фактори, які не піддаються обліку та контролю (стан здоров'я експериментатора; випадкові вібрації окремих частин вимірювальних пристроїв; невраховані зміни зовнішніх факторів тощо). При цьому результати окремих вимірювань виявляють характерну картину випадкового розсіювання, описуваного нормальним законом розподілу, і щільність ймовірності вимірюваних значень величини:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma_n \cdot \sqrt{2\pi}} \exp\left[-(x-m)^2 \cdot (2\sigma_n^2)\right],$$

де m – математичне сподівання.

На рисунку 5.1 зображено нормальну криву розподілу випадкової величини, де по осі абсцис відкладені результати вимірювань, а по осі ординат – щільність імовірності їх появи.

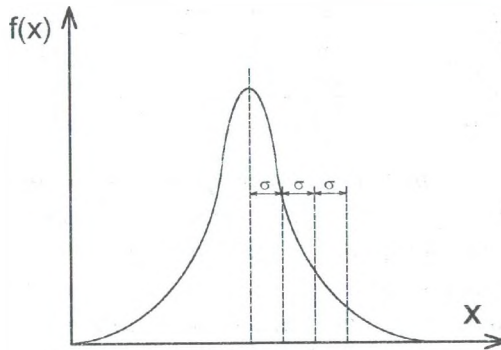


Рис. 5.1. Нормальний розподіл похибок

Площа під кривою, що відповідає будь-якому інтервалу на осі абсцис, являє собою ймовірність p влучення випадкового результату вимірювання в цей інтервал.

$$p = \frac{2}{\sigma_n \cdot \sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma_n^2}} dx.$$

Таким чином, на інтервал $(m-\sigma_n; m+\sigma_n)$ припадає 0,6228 усіх виконаних вимірювань. У ширших межах, наприклад, на інтервалі $(m-2\sigma_n; m+2\sigma_n)$ міститься вже 0,9546 усіх вимірювань, а за "трисигмові" межі виходять лише 0,0028 вимірювань. Отже, метод "трьох сигм" досить гарантовано унеможливило вплив випадкової похибки на результати вимірювань.

Параметр σ_n характеризує форму нормальної кривої розподілу. Якщо змінити метод вимірювання (точність) величини X , розсіювання

відбуватиметься навколо центра з попередньою абсцисою m , але форма кривої зміниться, оскільки середньоквадратичне відхилення залежить від точності вимірювань.

5.6. Уникнення “грубих” результатів експериментальних досліджень

Перед тим, як обробляти результати експерименту, необхідно переконатися в їх однорідності, тобто визначити, якщо вони є, *аномальні результати*, які б могли виникнути при раптовому зсуві центра розподілу можливих значень результатів або при збільшенні дисперсії.

При побудові процедур виявлення та вилучення результатів, які різко відрізняються від інших, використовується *апарат теорії перевірки статистичних гіпотез*. Вихідним є положення, що розходження результатів викликано впливом випадкових величин і це розходження при звичайних умовах може бути представлено певним (найчастіше нормальним) законом розподілу, а підозрюваним є максимальний або мінімальний за своїм значенням результат x_{max} або x_{min} із отриманих N результатів.

У цьому випадку висувається так звана нульова гіпотеза H_0 , що x_{max} або x_{min} належить до тієї ж самої генеральної сукупності, як і всі інші $N-1$ результатів. Іншими словами, допускається, що x_{max} або x_{min} не є грубою помилкою. Альтернативна (протилежна) гіпотеза H_1 полягає в тому, що миттєва зміна умов проведення дослідів привела до отримання значення x_{max} або x_{min} .

Розглянемо спочатку максимальне значення з ряду отриманих результатів. Перевірка нульової гіпотези полягає в тому, що значення x_{max} порівнюються з деяким граничним значенням і гіпотеза H_0 бракується, якщо x_{max} перебільшує це граничне значення. І, навпаки, якщо x_{max} менше граничного значення, то гіпотеза H_0 приймається – результати однорідні.

Звичайно, як неможливі відхилення від центра розподілу результатів приймаються такі, ймовірність виникнення яких не

перебільшує 0,05 або 0,01. Таку ймовірність називають *рівнем значимості* і позначають α , а відповідну їй область великих відхилень – *критичною областю*.

Для побудови критерію перевірки гіпотези H_0 , вихідним є наше знання *центра розподілу та дисперсії генеральної сукупності*.

Беручи до уваги, що ми маємо тільки ряд експериментальних результатів, то як критерій для перевірки гіпотези слід використовувати таку величину

$$T_{\max} = \frac{x_{\max} - \bar{x}}{S},$$

де $\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$ – середнє значення результатів; x_i – значення i -го результату $i = \overline{1, N}$; $S^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2$ – зміщена ефективна оцінка середньоквадратичного значення відхилення.

Розподіл та критичні точки величини T_{\max} , що отримані К. Пірсоном та Н. Смірновим, наведені в таблиці 5.4.

Приклад 1.

Маємо ряд із $N = 10$ результатів, який після упорядкування буде мати вигляд: 11; 12; 12; 12; 13; 13; 14; 14; 15; 18.

Як бачимо, є сумнів відносно 10-го результату $x_{\max} = 18$. Чи є підстави для його вилучення з подальшої обробки?

Для наведених даних $\bar{x} = 13,4$, а $S = 1,91$. Тоді значення $T_{\max} = (18 - 13,4)/1,91 = 2,41$

Якщо задати рівнем значимості $\alpha = 0,05$ (тобто ймовірність відкинути H_0 гіпотезу, в разі, коли вона правильна), з таблиці 5.4 для $N = 10$ знаходимо $T_{кр(\alpha)} = 2,294$. Розраховане значення $T_{\max} = 2,41$, і воно буде більше $T_{кр(\alpha)}$. Це означає, що гіпотеза про однорідність отриманих результатів відкидається, і $x_{10} = 18$ слід вилучити з подальшої обробки.

Таблиця 5.4 – Розподіл та критичні точки величини T_{\max}

Кількість дослідів N	Рівень значимості $\alpha = 0,10$	Рівень значимості $\alpha = 0,05$	Рівень значимості $\alpha = 0,025$	Кількість дослідів N	Рівень значимості $\alpha = 0,10$	Рівень значимості $\alpha = 0,05$	Рівень значимості $\alpha = 0,025$
3	1,406	1,412	1,414	14	2,297	2,461	2,602
4	1,645	1,689	1,710	15	2,326	2,493	2,638
5	1,791	1,869	1,917	16	2,354	2,523	2,670
6	1,894	1,996	2,067	17	2,380	2,551	2,701
7	1,974	2,093	2,182	18	2,404	2,577	2,728
8	2,041	2,172	2,273	19	2,426	2,600	2,754
9	2,097	2,237	2,349	20	2,447	2,623	2,778
10	2,146	2,294	2,414	21	2,467	2,644	2,801
11	2,190	2,343	2,470	22	2,486	2,664	2,823
12	2,229	2,387	2,519	23	2,504	2,683	2,843
13	2,264	2,426	2,562	24	2,520	2,701	2,862
				25	2,537	2,717	2,880

У випадку, коли у нас виникає підозра щодо мінімального результату, то для перевірки гіпотези необхідно скористатися величиною

$$T_{\min} = \frac{\bar{x} - x_{\min}}{S}.$$

В подальшому процедура перевірки відрізняється лише тим, що з $T_{\text{кр}(\alpha)}$ порівнюється T_{\min} .

Розглянемо ще один критерій вилучення одного екстремального результату, запропонований Ф. Граббсом.

Для побудови вирішального правила при вилученні максимального результату використовується величина:

$$G_N = \frac{\sum_{i=1}^{N-1} (x_{(i)} - \bar{x}_1)^2}{\sum_{i=1}^N (x_{(i)} - \bar{x})^2},$$

$$\text{де } \bar{x}_1 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N x_{(i)}, \quad \bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_{(i)}.$$

В таблиці 5.5 наведені критичні значення $G_{кр(\alpha)}$ для різних рівнів значимості α . Гіпотеза про однорідність отриманих результатів відкидається, і максимальне або мінімальне значення вилучається з подальшої обробки, якщо G_N або G_1 менше критичного значення, заданого в таблиці.

Таблиця 5.5 – Критичні значення $G_{кр(\alpha)}$ для різних рівнів значимості α

Кількість дослідів N	Рівень значимості $\alpha = 0,10$	Рівень значимості $\alpha = 0,05$	Рівень значимості $\alpha = 0,025$	Кількість дослідів N	Рівень значимості $\alpha = 0,10$	Рівень значимості $\alpha = 0,05$	Рівень значимості $\alpha = 0,025$
3	0,0109	0,0027	0,0007	14	0,5942	0,5340	0,4792
4	0,0975	0,0494	0,0248	15	0,6134	0,5559	0,5030
5	0,1984	0,1270	0,0808	16	0,6306	0,5755	0,5246
6	0,2826	0,2032	0,1453	17	0,6461	0,5933	0,5442
7	0,3503	0,2696	0,2066	18	0,6601	0,6095	0,5621
8	0,4050	0,3261	0,2616	19	0,6730	0,6243	0,5785
9	0,4502	0,3742	0,3101	20	0,6848	0,6379	0,5937
10	0,4881	0,4154	0,3526	21	0,6958	0,6504	0,6076
11	0,5204	0,4511	0,3901	22	0,7058	0,6621	0,6206
12	0,5483	0,4822	0,4232	23	0,7151	0,6728	0,6327
13	0,5727	0,5097	0,4528	24	0,7238	0,6829	0,6439
				25	0,7319	0,6923	0,6544

Приклад 2.

Було проведено вимірювання відносної прозорості матеріалу і отримано 15 результатів, які після впорядкування подаються таким рядом значень: -0,60; -0,19; -0,13; -0,10; -0,09; -0,06; -0,02; 0,03; 0,04; 0,08; 0,09; 0,17; 0,21; 0,27; 0,43.

Таким чином, маємо мінімальне значення $x_{(1)} = -0,60$, а максимальне значення $x_{(n)} = 0,43$, і, як можна побачити, вони суттєво

відрізняються від значень основної групи. Почнемо з мінімального значення і перевіримо його за критерієм Граббса. Спочатку знайдемо $\bar{x} = 0,008$ і $S = 0,228$.

Тоді

$$\bar{x}_1 = \frac{1}{14} [(-0,19) + (-0,13) + \dots + 0,27 + 0,43] = 0,051.$$

$$G_1 = \frac{[(-0,19 - 0,051)^2 + (-0,13 - 0,051)^2 + \dots + (0,43 - 0,051)^2]}{[(-0,60 - 0,008)^2 + (-0,19 - 0,008)^2 + \dots + (0,43 - 0,008)^2]} = \frac{0,385}{0,780} \approx 0,494.$$

Критичне значення $G_{кр(0,05)}$, яке відповідає рівню значимості 0,05, находимо з таблиці 5.5, тобто $G_{кр(0,05)} = 0,5559$. Оскільки $G_{кр(0,05)} > G_1$, то гіпотеза про однорідність сукупності результатів відкидається і мінімальне значення $x_{(1)} = -0,60$ вилучається з результатів.

Якщо для цього мінімального значення застосувати T -критерій, який був описаний раніше, то для нього отримуємо

$$T_{\min} = \frac{\bar{x} - x_{(1)}}{S} = \frac{0,008 + 0,60}{0,228} = 2,710.$$

З таблиці 5.4. визначимо критичне значення $T_{кр(0,05)} = 2,493$.

Таким чином і за цим критерієм $x_{(1)} = -0,60$ необхідно вилучити з ряду значень.

Розглянемо 14 значень, які залишилися в ряду результатів. Перевіримо максимальне значення $x_{(14)} = 0,43$ на наявність грубої помилки. Для ряду з 14 результатами знайдемо $\bar{x} = 0,051$ і $S = 0,166$.

Тоді

$$\bar{x}_1 = \frac{1}{13} [(-0,19) + \dots + 0,27] = 0,022,$$

$$G_{14} = \frac{[(-0,19 - 0,022)^2 + \dots + (0,27 - 0,022)^2]}{[(-0,19 - 0,051)^2 + \dots + (0,43 - 0,051)^2]} = \frac{0,532}{0,898} = 0,592.$$

Критичне значення $G_{кр(0,05)}$ для ряду з 14 значень згідно з таблицею 5.5 буде $G_{кр(0,05)} = 0,5340$. Оскільки $G_{кр(0,05)} < G_{14}$, то немає підстав вважати $x_{(14)} = 0,43$ грубою помилкою, тобто гіпотеза H_0 про

однорідність результатів ряду з 14 значень справедлива.

Обмеженням застосування розглянутих методів є те, що результати, які отримані при експериментальному дослідженні, є вибіркою з генеральної сукупності, яка має нормальний закон розподілу. Крім того, вони орієнтовані на виявлення лише однієї грубої помилки. Тому, якщо декілька результатів різняться від основної маси результатів, то необхідно послідовно застосовувати розглянуті методи, як це було зроблено в останньому прикладі. До ряду результатів застосовується один з критеріїв вилучення одного з екстремальних результатів. Коли при перевірці нульової гіпотези з'ясується, що "підозрюваний" результат не є грубою помилкою, то процедура закінчується. В іншому випадку помилковий результат вилучається із ряду результатів і процедура повторюється відносно значень, які залишилися. Треба відзначити трудність виявлення грубих помилок, яка пов'язана з так званим "*маскуючим ефектом*". Результати, які підозрюються в аномальності, часто групуються близько один до одного, створюючи групу, яка дещо відстоїть від основної маси результатів. Це робить послідовні процедури нечутливими до них. У таких випадках треба користуватися узагальненим критерієм Граббса, виходячи з якого, американськими статистиками Г. Тит'еном і Г. Муром була розроблена процедура виявлення k ($k > 1$) екстремальних результатів.

5.7. Обробка результатів експерименту

У результаті проведеного експерименту дослідник отримує, як правило, великий обсяг інформації за допомогою вимірювальних приладів або пристроїв. Всю цю інформацію належить старанно обробити.

Найпоширенішими методами обробки такої інформації є *графічний та аналітичний*.

Графічний метод дає змогу зручно подавати результати вимірювань у вигляді графіків, вміщуючи максимум інформації на мінімальному просторі. При цьому важливо правильно вибрати

систему координат та масштаби по осях. Мінімальна поділлка координатної сітки не повинна бути меншою від значення ймовірної похибки вимірюваної величини. У прямокутній системі координат на осі абсцис відкладають значення змінних x , а на осі ординат – відповідні їм значення y . З'єднаючи ці точки, дістають графік шуканої функції $y = f(x)$. Якщо з'єднаємо отримані під час експерименту значення шуканої функції, то найчастіше дістанемо деяку ламану лінію, наприклад таку, яка зображена на рисунку 5.2.

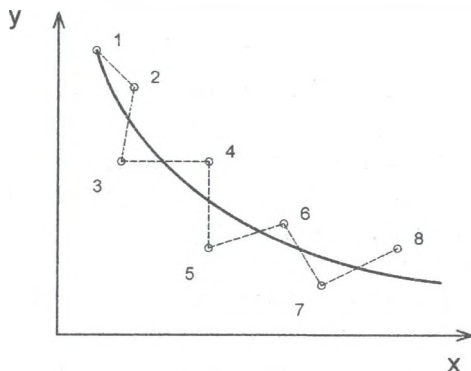


Рис. 5.2. Апроксимація результатів експерименту

У цьому випадку її можна замінити плавною кривою, з'єднавши, наприклад, між собою середини відповідних відрізків, кінцями яких є експериментальні точки. Таке усереднення можна провести й строгіше, наприклад за допомогою *методу найменших квадратів*.

Якщо одна або кілька точок різко випадають із загального характеру кривої, то необхідно повторити експеримент у цих точках і уважно розібратися в можливих причинах таких аномалій.

Якщо в процесі випробування на кривій утворюються стрибки або якісь перегини, то їх також потрібно перевірити повторними експериментами в межах цих точок (найдоцільніше зменшити крок вимірювань).

Дуже важливо правильно вибрати координатну сітку, яка може бути рівномірною чи нерівномірною. Якщо функція змінюється дуже різко на досліджуваному інтервалі, то для її зручнішого зображення

краще вибрати нерівномірну сітку, наприклад напівлогарифмічну чи логарифмічну. Тоді різко змінну криву, побудовану за дослідними даними, можна зобразити як лінійну функцію. Розглянемо приклад.

Нехай отримана крива описується функцією

$$y = kx^\alpha,$$

для якої можна записати

$$\lg y = \alpha \lg x + \lg k.$$

Позначивши $\lg y = y_1$; $\lg x = x_1$; $\lg k = k_1$, дістанемо нову функцію, яка є лінійною:

$$y_1 = \alpha x_1 + k_1.$$

Отже, вибравши логарифмічну координатну сітку, можна подати представлену функцію як лінійну.

Досить поширеним є ще один метод графічного подання результатів експерименту – **метод номограм**. Номограма є серією прямих чи кривих, за допомогою яких можна без обчислень діставати значення деяких функцій.

У разі, коли графічно потрібно відбити перебіг експерименту з трьома змінними $b=f(x,y,z)$, застосовують метод відокремлювання змінних. Одній з величин z в межах інтервалу вимірювань z_1-z_n задають кілька послідовних значень. Для решти двох змінних будують графіки $y=f_i(x)$, якщо $z_i=const$. У результаті на одному й тому самому графіку дістають сімейство кривих $y=f_i(x)$ для різних значень z . Аналогічно будують функції з чотирма та більше змінними. Таким чином, можна простежити характер змінювання будь-якої величини як функції від іншої, коли решта величин мають сталі значення. Цей метод графічного аналізу потребує від виконавця ретельності й уваги, але здебільшого він найбільш простий і наочний.

Масштаб за координатними осями звичайно вибирають різним. Від його вибору залежить форма графіків. Вузькі графіки дають більшу похибку по осі y , широкі – по осі x . Правильно підібраний масштаб дає змогу істотно підвищити точність відліків. Розрахункові графіки, які мають складний вигляд, особливо ретельно потрібно будувати на ділянках згину, де кількість точок для креслення графіка має бути значно більшою, ніж на пологих відрізках.

У процесі експерименту всі параметри системи та режимів, отримані шляхом відповідних вимірювань, заносять у спеціальні журнали. Єдиної форми такого журналу немає, в кожному випадку дослідник мав розробити її, досягнувши зручності щодо відтворення запису та наступного врахування результатів вимірювань.

У журналі реєструється номер досліду, параметри навколишнього середовища або початкового режиму, величини змінних, спостережні відхилення тощо. Результати і початкові умови експерименту дослідник має реєструвати відразу начисто, без будь-яких чернеток. Інформація, відображена в журналі, повинна бути максимально повною.

У ряді випадків велику цінність становлять саме “*аномальні точки*” процесу чи явища, оскільки саме вони можуть стати передумовою нових теорій. Що ж до “нормальних” результатів, то вони можуть бути проаналізовані з погляду загальноприйнятих діючих уявлень і теорій.

У процесі проведення випробувань, як би ретельно не готувався експеримент, можуть виникнути серйозні помилки, зумовлені вимірювальними приладами, огріхами під час відліку даних чи при розрахунках, а можливо, й у комп’ютерних програмах, які використовуються під час обробки даних. Для того, щоб уникнути таких помилок, слід проводити перевірку отриманих даних на точність та припустимість. Для цього існує ряд аналітичних методів. Серед них найпоширенішим є рівняння балансу (рівняння збереження енергії, кількості руху, закони Кірхгофа тощо).

Одним із оптимальніших способів перевірки достовірності отриманих результатів є виконання *повторних вимірювань* при незмінних умовах (але це можливо здійснити далеко не завжди).

Детальніше розглянемо аналітичну обробку результатів експерименту. Нехай в процесі деякого експерименту було зроблено n вимірювань одного параметра. Знайдемо його середньоарифметичне значення

$$a_{\text{сеп}} = \frac{a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n}{n},$$

де a_1, \dots, a_n – значення окремих вимірювань.

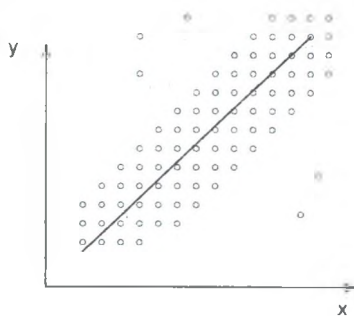


Рис. 5.3. Кореляція параметрів експериментальних досліджень

Знайдена залежність $y = f(x)$ називається рівнянням регресії і може бути апроксимована рівнянням прямої. Наближення кореляційної залежності до лінійної функції виявляється за допомогою **коефіцієнта кореляції** r :

$$r = \pm \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{\sqrt{[n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2][n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2]}}$$

де n – кількість вимірювань;

x_i, y_i – значення параметрів при i -му вимірюванні.

При цьому значення r завжди менше від одиниці. Коли $r > 0,15$, то зв'язок вважається задовільним, а якщо $r < 0,5$, то регресію треба визнати нелінійною.

При $r > 0,5$ рівняння регресії можна записати у вигляді

$$y = ax + b.$$

Значення коефіцієнтів a та b , як правило, обчислюють за такими формулами:

$$a = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2},$$

$$b = \frac{\sum y_i}{n} - a \frac{\sum x_i}{n}.$$

У деяких випадках регресію доцільно замінити наближеною аналітичною детермінованою функцією. Така заміна називається **апроксимацією** (від лат. *approximare* - наближення).

Існує декілька критеріїв такої апроксимації. Серед них найпоширенішим є *метод найменших квадратів*. Згідно з цим методом найкраща апроксимація буде тоді, коли сума квадратів відхилень експериментальних точок від розрахованих буде мінімальною, тобто

$$Q = \sum_{i=1}^n (y_i - y_0)^2 = Q_{\min},$$

де y_i, y_0 – відповідно, вимірне і дійсне значення змінної.

При обробці результатів експерименту іноді доводиться визначати певні проміжні значення досліджуваної функції, які не були визначені безпосередньо, і при цьому відсутня апроксимувальна функція. Такий процес називається *інтерполяцією* (від лат. *interpolatio* – зміна, викривлення).

Однією з найпоширеніших формул для виконання такої дії є інтерполяційна формула Лагранжа:

$$y = y_1 \frac{(x - x_2)(x - x_3) \dots (x - x_n)}{(x_1 - x_2)(x_1 - x_3) \dots (x_1 - x_n)} + y_2 \frac{(x - x_1)(x - x_3) \dots (x - x_n)}{(x_2 - x_1)(x_2 - x_3) \dots (x_2 - x_n)} + \dots + y_n \frac{(x - x_1)(x - x_2) \dots (x - x_{n-1})}{(x_n - x_1)(x_n - x_2) \dots (x_n - x_{n-1})}.$$

де y – шукане значення функції; x – відповідне значення аргументу; $x_1, y_1; x_2, y_2; \dots; x_n, y_n$ – сукупність значень, отриманих у процесі експерименту.

Якщо відома крива, яка відповідає певному діапазону досліджуваного параметра, і потрібно поширити результати дослідження за межі цього діапазону, то проводять *екстраполяцію* (від лат. *extrapolare* – робити гладеньким, обробляти). Приклад екстраполяції кривої для знаходження значення y_{n+1} при x_{n+1} показаний на рисунку 5.4.

Екстраполяція можлива далеко не завжди, а лише тоді, коли є повна впевненість у плавній зміні кривої за межами досліджуваного діапазону параметрів.

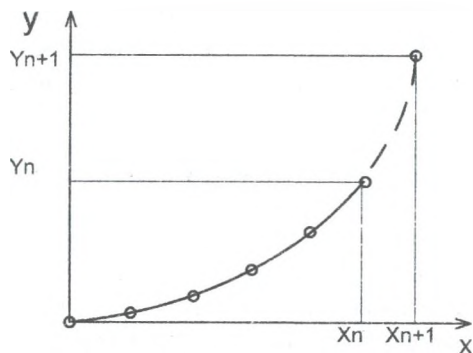


Рис. 5.4. Екстраполяція кривої результату експерименту

У процесі експериментальних досліджень отримують статистичний ряд вимірювань двох величин, коли кожному значенню функції y_1, y_2, \dots, y_n відповідає цілком певне значення аргументу x_1, x_2, \dots, x_n . На основі експериментальних даних можна підібрати алгебраїчний вираз функції $Y=f(x)$. Такі формули називають емпіричними і використовують лише в межах вимірних значень аргументу x_1, x_2, \dots, x_n .

Потреба складати наближені емпіричні формули виникає в багатьох випадках (наприклад, коли аналітичний вираз, що описує систему, занадто складний, потребує громіздких обчислень і створення відповідних програм або взагалі не існує аналітичного виразу функції).

Процес добору емпіричних формул складається з двох етапів.

Етап 1-й. Дані вимірювань наносять на сітку прямокутних координат, з'єднують експериментальні точки плавною кривою і добирають орієнтовно вид формули.

Етап 2-й. Обчислюють параметри формул, які найкращим чином відповідають підібраній формулі. Добір емпіричних формул слід починати з найпростіших виразів, наприклад, результати вимірювання багатьох явищ і процесів апроксимують найпростішими емпіричними рівняннями прямих.

Тому при аналізі графічного матеріалу необхідно

використовувати лінійні функції. З цією метою застосовують *метод вирівнювання*, який полягає в тому, що криву, побудовану за експериментальними точками, іноді зображують лінійною функцією.

5.8. Методики аналізу компонентів довкілля

Методика – сукупність прийомів, засобів, процедур, що дозволяють застосовувати той чи інший метод до даної спеціфічної предметної галузі. Якщо метод дослідження більш загальний, характерний своєю застосовністю в межах визначеної науки чи групи наук, то методика вже не має більш чи менш загального характеру – вона є інструкцією діяльності (алгоритмом) для реалізації правил методу в умовах даного дослідження.

Проведення контролю за станом довкілля й отримання об'єктивної інформації про нього є важливими ланками у розв'язанні екологічних проблем. Тому особливого значення набуває правильний вибір методики аналізу, відбір проб, проведення досліджень, статистична обробка результатів та інші операції. Особливе значення має правильність визначення великої кількості хімічних інгредієнтів, наявних в об'єктах природного середовища. Багато з них природного походження та завжди присутні у природному середовищі. У той же час велика кількість сполук надходить до середовища внаслідок дії антропогенних факторів. У більшості випадків такі речовини є токсичними, і їх необхідно визначати на рівні дуже низьких концентрацій.

Наявність великої кількості хімічних компонентів потребує ретельного вибору ефективних методик аналізу, результати яких є базою для обґрунтованого здійснення заходів, спрямованих на збереження навколишнього середовища. Раціональний вибір методики для визначення певного інгредієнта зумовлений, з одного боку, агрегатним станом та якісним і кількісним хімічним складом досліджуваних об'єктів, а з іншого – можливостями самої методики аналізу.

Основними етапами аналізу є вибір методики, відбір проби, підготовка проби до аналізу, вимірювання аналітичного сигналу та статистична обробка результатів аналізу.

Вибір оптимальної методики визначається величиною проби, яка залежить від очікуваного вмісту визначуваного інгредієнта та чутливості вимірюваного аналітичного сигналу.

Селективність обраної методики впливає на тривалість і точність аналізу. Чим більш селективною є обрана методика, тим менше часу витрачається на аналіз, тому що немає потреби у виключенні компонентів, які заважають аналізу.

Можливість виконання аналізу безпосередньо на місці відбору проби є важливою характеристикою методики, тому що хімічний склад природних вод, повітря, донних відкладів може змінюватися в процесі транспортування та зберігання проб.

Вибір методики аналізу також регламентується межею визначення та точністю аналізу. Тобто конкретні методики та засоби вимірювальної техніки мають нижню та верхню межу визначення та точність (отримання результату з певною похибкою). Таку інформацію можна отримати з характеристики методики виміру, а також з технічної характеристики приладів такої методики. Методики та прилади, обрані для аналізу, повинні бути затвердженими у відповідних інстанціях саме для вибраних вимірювань.

5.9. Відбір та підготовка проб

Процес відбору проб є досить важливим етапом здійснення експериментальних наукових досліджень. Перш за все необхідно забезпечити такі умови, за яких відібрана проба відобразатиме реальний вміст досліджуваних компонентів у навколишньому середовищі. При цьому велике значення має сам об'єкт досліджень. Так, наприклад, склад найбільш рухомого середовища – повітря – постійно змінюється, а концентрації домішок є невисокими. Тому при відборі проб для аналітичних визначень необхідно прокачувати через поглиначі досить великі об'єми повітря. При вивченні водних систем

часто має сенс надати першочергову увагу донним відкладам, що накопичують багато шкідливих речовин і відображають довгострокову картину забруднення. Врешті, необхідно пам'ятати про те, що для зменшення випадкових похибок доцільно здійснювати декілька паралельних визначень, що призводить до збільшення мінімального об'єму проби.

У будь-якому випадку при відборі проб слід дотримуватися таких вимог:

- місце та час відбору проб мають відповідати меті досліджень;
- проби повинні відбиратися так, щоб уникнути елемента випадковості (тимчасова замуленість чи запиленість, випадкове забруднення тощо);
- від моменту відбору проб до початку аналізу має пройти якомога менше часу, щоб проба не зазнала помітних змін.

Так, наприклад, потрапляння в пробу, що аналізується, пилу з атмосферного повітря (якщо вимірювання здійснюються поблизу транспортних магістралей, поруч із заводом, електростанцією) може служити причиною забруднення і помилки при визначенні концентрації металів (завислі частинки викидів промислових підприємств і транспорту містять важкі метали). Забруднення повітря лабораторії парами ртуті також призводить до завищення вмісту цього елемента у пробі. Все це необхідно враховувати при визначенні слідових кількостей забруднюючих речовин.

Для попередження забруднення проби вже на стадії її відбору слід застосовувати спеціальні заходи безпеки. Такі заходи, зазвичай, детально описані або в самих методиках, або у спеціальних керівництвах з аналізу.

Слід зазначити, що неакуратне поводження та неправильне зберігання проби можуть призвести до змін її складу внаслідок фотолітичного чи термічного розкладання, хімічних реакцій, біохімічних процесів тощо.

У багатьох випадках практикам доводиться вдаватися до *консервування проб* – операції, яка дозволяє здійснювати аналітичні роботи не безпосередньо в польових умовах, а через деякий проміжок

часу, для чого здійснюють консервування проб води, донних відкладів, біологічних об'єктів. Всі вимоги щодо консервування проб необхідно виконувати ретельно і, в разі необхідності, ділити пробу на декілька порцій, окремо консервуючи їх для наступного аналізу.

Етап підготовки проб є першим ступенем власне аналітичної фази досліджень. Завад від невідомих факторів необхідно повністю уникати. Метою підготовки проби є переведення компонента (і проби), що досліджується, у форму, придатну для аналізу за допомогою обраного методу, усунення заважаючих речовин чи їх маскування, а в деяких випадках – чітко визначена зміна концентрації досліджуваного компонента (розбавлення чи концентрування) таким чином, щоб очікуваний його вміст був близьким до середини робочого діапазону методу аналізу, що застосовується. Всі необхідні операції з підготовки проб детально описані у прописах методик.

Відбір проб *атмосферного повітря* здійснюється аспіраційним способом (шляхом пропуску повітря через поглинальний прилад з визначеною швидкістю) і шляхом заповнення посудин обмеженого об'єму.

Для дослідження газоподібних домішок застосовують обидва методи, а для дослідження домішок у вигляді аерозолів та пилу – лише перший.

В результаті пропускання повітря через поглинальний прилад здійснюється концентрування речовини, що аналізується, в поглинальному середовищі. Для визначення концентрації речовини витрата повітря повинна складати десятки та сотні літрів за хвилину. Проби підрозділяються на разові (період відбору 20-30 хвилин) та середньодобові (осереднення не менше 4 разових проб, які відбирають через рівні проміжки часу протягом доби о 1, 7, 13 та 19 годині). Найкращим способом отримання середньодобових значень є безперервний відбір проб повітря протягом 24 годин.

Для відбору проб повітря використовують електроаспіратори, насоси та інші прилади і пристрої, які пропускають повітря, а також прилади, які реєструють об'єм пропущеного повітря (реометри, ротаметри та інші витратоміри).

Система відбору проб повітря для аналізу газових домішок та сажі складається з повітряпроводу, який обладнаний нагрівальним пристроєм з терморегулятором, розподільного гребінця для підключення поглинальних приладів та двох електроаспіраторів.

Система відбору проб повітря для дослідження пилу складається з трубки, яка обладнана фільтрами, та гнучкого шланга, який підключають до повітряпроводу. В нестационарних умовах використовується аспірація повітря за допомогою двигуна внутрішнього згорання або пилосмока, який підключений до стаціонарного джерела зі струмом.

Важливим елементом системи пробовідбору є поглинальні пристрої, які в залежності від агрегатного стану вловлюваних речовин можна поділити на 2 групи:

- для газоподібних речовин;
- для аерозолів та пилу.

В зв'язку із значною агресивністю хімічних речовин, які вловлюють з повітря, поглинальні пристрої виготовляють із скла. Звичайні скляні ємкості використовують найчастіше при відборі проб повітря для визначення окису вуглецю та інших газових домішок. Заповнення скляного посуду аналізованим повітрям здійснюється трьома способами:

- 1) продування посудин 10-кратним об'ємом повітря, що аналізується, після чого посудина закривається;
- 2) вакуумне заповнення: з герметично закритих посудин повітря відкачується. Їх відкривають у місці відбору проби і потім знов закривають;
- 3) заміщення попередньо залитої в посудину інертної рідини повітрям, після того, як рідина вилілась, посудина закривається.

При відборі проб повітря для визначення в ньому вмісту шкідливих речовин використовують метод поглинання: повітря просмоктують через рідину або тверді сорбенти. У випадках визначення газо- чи пароподібних речовин використовують поглинаючі рідини, в яких речовини, що містяться у повітрі, розчиняються або зв'язуються у нові сполуки. Поглинаючі рідини

підбирають з урахуванням їх здатності вступати в реакції з певними газами. Таким чином уловлюють сірчистий газ, сірководень, сірковуглець тощо.

Відбір проб повітря, що містить рідкий аерозоль, здійснюють просмоктуванням його крізь скляний пористий фільтр або фільтрувальний папір. При цьому частинки аерозолу укрупнюються й осідають на твердій поверхні. Для поглинання твердих аерозолів використовують тверді фільтруючі матеріали: гігроскопічну вату, фільтрувальний папір, активоване вугілля, мембранні фільтри тощо.

Максимальна повнота поглинання речовин, що визначаються, забезпечується застосуванням низки спеціальних поглинаючих приладів та фільтрів. Наявність різноманітних за своєю конструкцією поглиначів дозволяє обрати найбільш раціональний тип для якнайбільш повного вловлювання мінімальної кількості конкретної речовини.

Необхідний об'єм проби повітря і тривалість його аспірації мають бути такими, щоб отримати у поглинаючих середовищах концентрації, які виявляються існуючими методами досліджень. З метою попередження проскоку досліджуваної речовини крізь поглинаючий прилад швидкість аспірації підбирається заздалегідь при розробці того чи іншого методу для визначення даної речовини. Наприклад, для надійного поглинання речовин, ГДК яких в атмосферному повітрі знаходиться на рівні 10 мкг/м^3 , вона не повинна перевищувати $0,5 \dots 1 \text{ дм}^3/\text{хв}$ при тривалості відбору не більше 30 хв . В цих умовах чутливість методів визначення атмосферних забруднень у пробі, що аналізується, повинна бути не менша $0,1 \dots 0,2$.

Правильність оцінки якості води забезпечує виконання таких умов:

- 1) правильний відбір проб води належної кількості;
- 2) репрезентативність проб, тобто відповідність до поставленого завдання як за якістю та об'ємом, так і за вибраними точками та часом відбору, а також технікою відбору, попередньої обробки, умов зберігання та транспортування.

Проба повинна характеризувати водоймище, водотік і якість води

за певний проміжок часу. Ступінь характерності одиночної проби великій водяній масі залежить від низки чинників: однорідності відібраної водної маси; кількості точок пробовідбору; розмірів окремих проб; способів відбору.

Попередня обробка, транспортування та зберігання проб повинні проводитися у такий спосіб, щоб склад води майже не змінювався.

Проби поділяють на прості та змішані. *Прості проби* характеризують якість води у певному пункті відбору, відбираються у визначений час у необхідному об'ємі.

Змішані проби об'єднують кілька простих проб. З метою характеристики якості води за певний період часу або певної ділянки досліджуваного об'єкта.

Залежно від мети дослідження вдаються до разового або регулярного відбору проб.

Разовий відбір проб застосовують, коли вимірювані параметри несуттєво змінюються в просторі (глибина, акваторія) водоймища і в часі; закономірності зміни параметрів, що визначаються, попередньо відомі; необхідні лише найзагальніші уявлення про якість води у водоймищі.

Регулярний відбір проб — це такий відбір, за якого кожную пробу відбирають у часовій та просторовій взаємозалежності з іншими.

Стационарні спостереження передбачають відбір проб води для хімічного аналізу на стрижні потоку з глибиною 0,2—0,5 м. Якщо русло глибоке, а течія слабка, доцільніше брати проби на різних глибинах.

Проби з різних глибин водного об'єкта відбирають спеціальним приладом — *батометром* (прилад для відбору проб води з певної глибини з метою визначення її фізичних властивостей та вмісту розчинених і завислих речовин, а також гідробіонтів), виготовленим з інертного матеріалу, або за допомогою прикріпленої до жердини пляшки, з якої на необхідній глибині мотузкою висмикують пробку. При відборі проби для бактеріологічного аналізу батометр і пляшку перед зачерпуванням води фламбують (обпалюють). Батометр повинен відповідати таким вимогам: вода, що проходить крізь нього, не

повинна в ньому затримуватися; він повинен щільно закриватися; матеріал пробовідбірника повинен бути хімічно інертний. На практиці широко використовуються горизонтальні, перекидні та автоматичні батометри. За допомогою батометра Молчанова проводять відбір проб води для визначення вмісту пестицидів. Відбір проб на значних глибинах (20-30 м) проводиться за допомогою батометра Рутнера.

Але переважно проби відбирають емальованим відром об'ємом 10 л. З відра водою наповнюють посудини для визначення рН, вмісту у воді кисню, діоксиду вуглецю, фіксують відсоток насичення води киснем, а також наповнюють водою пляшки для визначення біохімічного споживання кисню за 5 діб (БСК₅) та для подальшого аналізу в лабораторії. Проби для визначення концентрацій нафтопродуктів, фенолів, синтетичних поверхнево активних речовин (СПАР), важких металів, пестицидів відбирають в окремі пляшки.

Проби води для фізико-хімічного аналізу відбирають у чисто вимитий скляний посуд, який попередньо не менше двох разів обполіскують водою, що відбирається. Посуд для бактеріологічного аналізу (флакони з притертою, каучуковою або корковою пробкою) стерилізують у сушильній шафі при температурі 160°C протягом 1 год. Пробу для бактеріологічного аналізу відбирають так, щоб під пробкою залишався невеликий повітряний простір (5-6 см), який, однак, не допускається при відборі проби для фізико-хімічного аналізу. Окремо у склянки з притертими пробками відбирають пробу для визначення розчиненого кисню і фіксують її на місці відповідними реактивами.

На місці пробовідбору визначають температуру води, наявність чи відсутність плівок на її поверхні, наявність та характер водної рослинності, стан і забруднення берегів, замуленість дна і характер мулу, наявність плівок нафтопродуктів на дні, наявність і характер біологічних обростань та орієнтовно - прозорість води (прозора, опалесціює, мутнувата, мутна), забарвлення (безбарвна, злегка жовтувата, жовта, коричнева), запах, наявність осаду, інколи – рН.

На бутилі з пробями наліплюють ярлики, на яких позначають, звідки взята вода, або вказують номер проби і разом із супроводжувальними бланками якомога скоріше направляють їх в

лабораторію. У супроводжувальному бланку зазвичай вказують: найменування та місцезнаходження водного об'єкта; характеристику водного об'єкта (тип, глибину, спосіб пробовідбору, санітарний стан навколишньої території); стан погоди при відборі проб та протягом 10 попередніх днів, силу й напрямок вітру; з якої нагоди відібрана вода для дослідження (планове дослідження, аварійний скид, скарги населення, дослідження у зв'язку із спалахом кишкової інфекції тощо) та мету останнього; необхідний обсяг досліджень (скорочений чи повний аналіз, визначення патогенних мікроорганізмів тощо); дату й час відбору проби; результати досліджень, зиконаних біля водного об'єкта; дані про особу, яка відбрала пробу (прізвище, посада), та підпис цієї особи.

Доставлені в лабораторію проби реєструють у журналі, куди заносять дані супроводжувального документа, а реєстраційний номер проставляють на ярлику бутилі з пробую. В разі необхідності в журналі у графі "примітка" відмічають відхилення щодо строків доставки проби (більше 6 год.) та її стан.

У день доставки проб води в лабораторію у першу чергу здійснюють бактеріологічні посіви води, визначають її органолептичні властивості, активну реакцію, алюміній (не пізніше 2 год. після відбору проби), окисність, азот амонійний і нітритний (визначення азотмістких сполук бажано проводити протягом 4 год. після відбору проби), залізо, марганець, твердість, розчинений кисень та ставлять проби для визначення БСК. У випадку неможливості проведення фізико-хімічних досліджень в день доставки проб воду можна зберігати у холодильнику до 48 (слабко забруднену) та 72 год (чисту). Бактеріологічний аналіз води необхідно розпочинати не пізніше ніж через 2 год. після відбору проби; при температурі від 1 до 5°C проба може зберігатися до 6 год. Бактеріологічні посіви, органолептичні дослідження та постановку проб для визначення БПК здійснюють обов'язково в день відбору проб, оскільки консервувати воду в цьому випадку не можна.

Для зберігання проб використовують поліетиленовий та скляний посуд. Перед використанням його миють концентрованою кислотою

та споліскують водопровідною водою. Основні вимоги до посуду — міцність, стійкість до розчинення, щільність закривання.

Консервування необхідне при відборі проб для визначення нестійких компонентів. Їх аналізують не пізніше ніж через 3 дні після відбору. Проби зберігають при температурі $3 \text{--}5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ в холодильнику. Взимку при температурі нижче $0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ відібрану пробу переносять у тепле приміщення, де проводять аналіз.

Спосіб відбору проб *морського та льодовикового льоду та льоду водоїм і водотоків* визначається типом льоду, метою аналізу та переліком компонентів, що визначаються. Вимоги до пристроїв для відбору проб льоду повинні відповідати нормам для подібних пристроїв, які застосовуються на метеорологічних станціях та постах, затверджених Держгідрометслужбою МНС, а саме:

- забезпечувати отримання представницької проби за одну операцію відбору;
- матеріал пробовідбірників повинен володіти підвищеною корозійною стійкістю (особливо при відборі морського льоду) і виключати можливість зміни складу відібраної проби за час її знаходження у камері пробовідбірника;
- пристосування, які використовуються для видалення поверхневого шару льоду з проби перед аналізом та для відтаювання проби льоду з метою отримання талої води, а також засоби, що застосовуються для зберігання і транспортування проби повинні виключати можливість забруднення отриманої талої води;
- комплекти обладнання повинні бути компактними та мати відносно малу масу.

Відбір проб морського льоду, а також льоду водоїм і водотоків для визначення головних іонів проводять на рівній ділянці поверхні льоду, очищеній від снігового покриву, ручним кільцевим буром. Після відбору вимірюють довжину отриманої проби льоду, пробу поміщають у потрійний поліетиленовий мішок або циліндричний контейнер з гвинтовою покриткою, виготовленою із полімерного матеріалу (дозволяється застосовувати металевий контейнер),

контейнер (мішок) з пробою льоду маркують і зберігають при мінусовій температурі до початку аналізу.

У разі необхідності визначення хімічного складу різних форм льоду, проба безпосередньо на місці ділиться на зразки, кожний з яких запаковують і маркують окремо.

Контейнери та мішки для зберігання проб льоду перед використанням обробляють аміачним розчином трилона Б та ретельно промивають дистильованою водою.

Об'єм проби, необхідний для виконання аналізу, залежить від переліку визначуваних компонентів і методів аналізу.

Для визначення органічних забруднюючих речовин відбір проб льоду здійснюють кільцевим буром. Усе пробовідбірне обладнання та ємкості для зберігання проб льоду безпосередньо перед відбором обробляють відповідними розчинниками, які використовуються для екстракції забруднюючих речовин під час подальшого визначення їх хімічного складу. Перед аналізом з відібраного зразка видаляють поверхневий шар за допомогою металевого різака. Транспортування та зберігання проб здійснюють у ящиках і контейнерах з нержавіючої сталі з кришкою, що герметично закривається.

Для визначення неорганічних забруднюючих речовин відбір проб льоду також здійснюють кільцевим буром. Після відбору проби льоду поміщають у контейнери, виготовлені з полімерного матеріалу з гвинтовою кришкою, або у потрійний поліетиленовий мішок і зберігають при від'ємній температурі до початку аналізу. Видалення снігового покриву з поверхні льоду у точці відбору здійснюють совком з полімерного матеріалу. Мішки і контейнери для зберігання проб, а також совок тримають у спеціальному ящику, виготовленому з полімерного матеріалу і перед відбором проб витримують протягом доби у розчині азотної кислоти та обов'язково промивають водою до нейтральної реакції промивних вод. Визначення компонентів, що змінюються у часі, особливо головних іонів, здійснюють безпосередньо зразу після відбору проб.

Проби *атмосферних опадів* відбирають на метеостанціях або спеціально обладнаних постах, які є представницькими для даного

ривітону. Залежно від мети аналізу, місця відбору проб можуть бути розташовані як у зоні впливу окремих джерел забруднення або їх групи, так і поза нею. Періодичність відбору проб визначається метою досліджень, ступенем змінності концентрацій визначуваних компонентів, метеорологічними умовами.

Розрізняють точкові або об'єднані проби атмосферних опадів. Точкову пробу відбирають під час дощу або снігопаду (інтервал часу при випаданні не більше 1 години). Об'єднана проба відбирається за певний період часу – місяць, декаду, тиждень, добу та характеризує середній вміст визначуваних компонентів за цей період часу.

При ручному відборі проб використовують пристрої, які встановлюють тільки на період випадання опадів.

При автоматичному відборі проб використовують пристрої, які автоматично відкривають кришку над збірною ємкістю на початку випадання опадів і закривають її після їх закінчення. Для збірних ємкостей і посудин для зберігання проб використовують посуд, виготовлений з хімічно стійкого матеріалу (поліетилен).

Відбір проб проводять на висоті 2 м. Проби (сніг, град) переводять у талу воду при кімнатній температурі у збірних ємкостях. Пилки, що утворюються на поверхні талої води та на стінках збірної ємкості, змивають талою водою у посудини для зберігання проби.

Визначення компонентів, що змінюються у часі, здійснюють безпосередньо зразу після випадіння опадів та відбору проб.

Транспортування проб до лабораторії для проведення аналізу проводять в оптимально короткий термін після відбору. При цьому використовують спеціальні ящики, які забезпечують збереження і чисельності проб.

Відбір проб *грунту* проводять з метою контролю забрудненості, оцінки якісного стану ґрунтів природного або порушеного складу.

Відбір проб для хімічного, бактеріологічного та гельмінтологічного аналізів проводять не менше 1 разу на рік, для контролю забруднення важкими металами – не менше 1 разу на 3 роки. Для контролю забрудненості ґрунтів території дитячих садків, лікувально-профілактичних закладів та зон відпочинку населення

відбір проб проводять не менше 2 разів на рік – весною та восени.

При вивченні динаміки самоочищення ґрунту відбір проб проводять протягом першого місяця щоденно, а потім щомісяця протягом вегетаційного періоду до завершення активної фази самоочищення.

На досліджуваній території проводять рекогносцирувальні роботи, за результатами яких заповнюють паспорт досліджуваної ділянки і здійснюють опис ґрунтів. При контролюванні забруднення ґрунтів промисловими підприємствами майданчики для відбору проб намічають уздовж векторів «рози вітрів». За неоднорідності рельєфу місцевості майданчики відбору проб розташовують за елементами рельєфу. На карти або плани наносять місця розташування джерел забруднення, майданчики відбору проб та місця відбору точкових проб.

Майданчики відбору проб закладають на ділянках з однорідним ґрунтовим та рослинним покривом, а також з урахуванням господарського використання основних ґрунтових відмін. Для контролю забрудненості ґрунтів сільськогосподарських угідь в залежності від характеру джерела забруднення, вирощуваних культур та рельєфу місцевості на кожні 0,5 – 20,0 га території закладають не менше 1 ділянки розміром не менше 10×10 м. для контролю санітарного стану ґрунту, в зоні впливу промислового джерела забруднення майданчики відбору проб закладають на території, яка відповідає 3-кратному розміру санітарно-захисної зони.

Точкові проби відбирають на майданчику з одного або декількох шарів і горизонтів методом конверта, за діагоналлю або будь-яким іншим способом з таким розрахунком, щоб кожна проба представляла собою частину ґрунту, типового для генетичного горизонту або шарів даного типу ґрунту. Точкові проби відбирають ножем або шпателем з прикопок або ґрунтовим буром.

Для контролю забруднення речовинами, що розподіляються по поверхні (нафта, нафтопродукти, важкі метали) – точкові проби відбирають пошарово з глибини 0 – 5 та 5 – 20 см масою не більше 200 г кожна. Для контролю забруднення легко мігруючими

речовинами точкові проби відбирають з генетичних горизонтів на всю глибину ґрунтового профілю.

Об'єднану пробу складають шляхом змішування точкових проб, відібраних на одному майданчику. Для хімічного аналізу об'єднану пробу складають не менше, як з 5 точкових проб, взятих з одного майданчика. Маса об'єднаної проби повинна бути не менше 1 кг.

При відборі точкових проб і складанні об'єднаної проби повинна бути виключена можливість їх повторного забруднення.

Точкові проби, призначені для визначення вмісту в ґрунті важких металів, відбирають інструментом, який не містить металів. Перед відбором проб стінку прикопки або поверхню проби необхідно очистити ножем, виготовленим з поліетилену або полістиролу або пластмасовим шпателем.

Точкові проби ґрунту, призначені для визначення летких хімічних речовин, необхідно зразу помістити у флакони або скляні банки з притертими пробками, заповнивши їх повністю до корка.

Для визначення вмісту в ґрунті пестицидів точкові проби не варто відбирати у поліетиленову або пластмасову тару.

Для бактеріологічного аналізу з одного майданчика відбору проб складають 10 об'єднаних проб. Кожну об'єднану пробу складають з 3 точкових масою 200 – 250 г кожна, відібраних пошарово з глибини 0 – 3 та 5 – 20 см. З метою запобігання повторного забруднення проби слід відбирати стерильним інструментом, перемішуючи на стерильній поверхні і використовуючи стерильну тару.

Для гельмінтологічного аналізу з кожного майданчика відбору проб беруть одну об'єднану пробу масою 200 г, яку складають з 10 точкових масою 20 г кожна, відібраних пошарово з глибини 0 – 5 та 5 – 10 см. За необхідності відбір проб проводять з глибоких шарів ґрунту пошарово або з генетичних горизонтів.

Під час транспортування і зберігання ґрунтових проб повинні бути вжиті заходи з попередження можливості їх повторного забруднення.

Проби ґрунту для хімічного аналізу висушують до повітряно-сухого стану і зберігають їх у матерчатих торбинках, картонних

коробках або у скляній тарі. Проби ґрунту, призначені для визначення летких і хімічно нестійких речовин, доставляють до лабораторії, де зразу аналізують.

Проби ґрунту, призначені для бактеріологічного аналізу, транспортують до лабораторії у сумках-холодильниках. За неможливості проведення аналізу протягом однієї доби проби ґрунту зберігають у холодильнику при температурі від 4 до 5 °С не більше 24 годин. Для аналізу на вміст кишкових паличок та ентерококів проби зберігають у холодильнику не більше 3 діб, для дослідження на яйця біогельмінтів ґрунт без обробки зберігають не довше 7 діб, на яйця геогельмінтів – не довше 1 місяця. Під час зберігання проб для запобігання висиханню та розвитку личинок у яйцях гельмінтів ґрунт зволожують і аерують один раз на тиждень, виймаючи проби з холодильника на 3 год., зволожують у міру втрати вологи і знову повертають проби до холодильника на зберігання.

Якщо необхідно зберігати проби довше 1 місяця, тоді застосовують консерванти: ґрунт пересипають до кристалізатора, заливають розчином формаліну з масовою часткою 3%, приготуванням на ізотонічному розчині натрію хлористого з масовою часткою 0,85% (рідина Барбагалло), або розчином соляної кислоти з масовою часткою 3%, а потім ставлять до холодильника.

Необхідною умовою для правильної хімічної характеристики ґрунту є правильна підготовка проби до аналізу. Для визначення хімічних речовин пробу ґрунту в лабораторії розсипають на папері і розминають пестиком великі грудки. Потім видаляють включення – коріння рослин, комах, камінці, скло, вугілля, кістки тварин, а також новоутворення – друзи гіпсу, вапнякові журавчики тощо. Ґрунт розтирають у ступці пестиком і просіюють крізь сито з діаметром отворів 1 мм. Відібрані новоутворення аналізують окремо, готуючи їх до аналізу так само, як і пробу ґрунту. Для бактеріологічного аналізу підготовку проб ґрунту проводять аналогічно, але з суворим дотриманням умов асептики.

Для визначення валового вмісту мінеральних компонентів з просіяної проби відбирають представницьку пробу масою не більше 20 г і розтирають її у ступці до пудроподібного стану. Для аналізу

вмісту летких речовин наважки ґрунту беруть без проведення попередньої підготовки проби до аналізу.

Розрізняють три види *рослинних* проб: попередню, середню (лабораторну) та аналітичну.

Попередню пробу відбирають безпосередньо в полі, на складі тощо за спеціальними правилами, наведеними в інструкціях або стандартах.

Методика складання зразків залежить від об'єкта досліджень. Загальним є те, що до зразка потрібно включати якомога більшу кількість рослин або їх частин, але водночас проби не повинні бути надто громіздкими. Тому для культур встановлюють мінімальні розміри зразків, для ґрунту та добрив - мінімальну їх масу.

Відбір зразків проводять при добрій погоді, до настання спеки чи в кінці дня (завжди в один час). Умови відбору зразків повинні бути однаковими в усіх варіантах.

Кожен зразок зберігається в коробці чи мішечку, які повинні мати чітко заповнені етикетки.

Середню пробу готують з попереднього зразка. Для цього пробу рослин розділяють на окремі органи, зважують і визначають їх масове співвідношення. Потім подрібнюють ножицями чи ножем, добре перемішують і відбирають квадратуванням або в окремих місцях середню пробу. Краще це робити, розстеливши речовину тонким шаром на склі чи фанері.

Середні проби висушують при кімнатній температурі чи при нагріванні до 50-60 °С до ламкого (крихкого) стану.

Середні проби повинні бути подрібнені так, щоб ґрунт просіювався крізь сито з діаметром 1 мм, а рослинна маса - 0,25 мм.

Аналітичну пробу відбирають з повітряно-сухої середньої проби: подрібнений матеріал розподіляють тонким рівномірним шаром на пергаментному папері у вигляді квадрата, який розділяють по діагоналях на 4 трикутники, з двох протилежних матеріал забирають. Залишок старанно перемішують і знову рівномірно розподіляють на папері; операцію повторюють доти, поки не залишиться стільки речовини, скільки потрібно для аналітичної проби. Її переносять у склянку з притертим корком.

Маса аналітичної проби рослин складає - 50-100 г. Зберігають зразки протягом 10 місяців у сухих приміщеннях у закритих коробках.

При відбиранні наважок аналітичну пробу ще раз ретельно перемішують. Зразки одного виду продукції з усіх варіантів досліду слід аналізувати одночасно.

Проби *рослин* зернових і зернобобових культур відбирають у чотирьох місцях ділянки по 25 см з двох суміжних рядків. Рослини виринають, струшують ґрунт і загортають їх у папір. Перед збиранням врожаю виринають всі рослини з двох сусідніх рядків на чотирьох ділянках розміром 0,25 м² (кожна), які розміщені по одній з діагоналей ділянки на однакових відстанях одна від одної. Корені відрізують, рослини висушують, зважують, обмолочують, очищують, зважують зерно. Середні зразки відбирають: зерна – 2 кг, подрібненої соломи з половиною - не менше 500 г.

Проби кукурудзи відбирають уздовж однієї з діагоналей ділянки в 10 гніздах (місцях). Рослини розділяють на органи (листя, стебла, качани), визначають їх вагове співвідношення (з урахуванням вологості). У проби беруть по півлиста, півобгортки, четвертій частині стебла, четвертій частині качана, розділених уздовж. Подрібнені зразки висушують до крихкого стану, розмелюють і просіюють.

Проби картоплі відбирають по діагоналі ділянки (по 10 кущів), зважують. В подальші проби включають 3 фракції (дрібні, середні та великі) відповідно до їх частини в урожаї. До середньої проби беруть четверту частину кожної бульби, розрізаної вздовж. Потім бульби ріжуть на шматочки та сушать при температурі до 60 °С. Бадиляля подрібнюють, перемішують, відбирають середню пробу квадратуванням, сушать.

До проби коренеплодів включають 40 рослин, викопаних по діагоналях ділянки. Зразок після очищення від землі кладуть у вологий мішок. Листки подрібнюють і відбирають пробу 250-300 г. Коренеплоди обережно миють, не залишаючи у воді, витирають, провітрюють, подрібнюють на тертушці, вирізаючи вздовж коренеплода сегмент, що досягає його серцевини. Дрібні коренеплоди труть повністю. Одержану масу добре перемішують, частину беруть для аналізу, решту висушують.

5.10. Вибір методів і засобів вимірювань

Вибір методів і засобів вимірювань параметрів джерел впливу та показників стану навколишнього середовища залежить не тільки від того, за якими компонентами чи параметрами вестимуться спостереження, але й від завдань програми в цілому. Наприклад, не завжди є необхідним застосування інструментальних методів визначення забруднюючих речовин - існують достатньо прості та інформативні прийоми, що не потребують складного обладнання і високої професійної підготовки виконавців (візуальні методи, деякі способи біоіндикації тощо).

Якщо для вирішення поставленої мети необхідні інструментальні методи, слід мати на увазі, що їх вибір визначається багатьма міркуваннями, включаючи придатність методики, доступність необхідного обладнання, вартість аналізу, чутливість та необхідну тривалість вимірювань і відбору проб, а також можливість впливу на хід аналізу сторонніх факторів. З метою забезпечення співставимості результатів спостережень засоби і методи, що застосовуються, повинні бути атестованими і введеними в дію відповідними нормативними документами. Методики вимірювань можуть бути затверджені і допущені до застосування Держстандартом України, а також міністерствами і відомствами. Перевагу слід надавати методикам, затвердженим Державним комітетом стандартизації, метрології та сертифікації України, допускається застосування методик державної санітарно-епідеміологічної, гідрометеорологічної служби Міністерства екології та природних ресурсів України тощо. При використанні інших відомчих методик (наприклад, таких, що застосовуються у хімічній чи харчовій промисловості) слід упевнитися, що рекомендовані способи здійснення вимірювань є придатними для технологічного контролю чи для оцінки якості природного середовища. Виконання аналітичних вимірювань за неатестованими методиками може поставити під сумнів достовірність отриманих результатів.

Достовірність інформації про стан і рівень забруднення об'єктів навколишнього середовища залежить від добору методів аналізу

даних. Як правило, для окремих ситуацій необхідно добирати методи спостереження і дослідження, які дають змогу отримати різнобічну і якомога точнішу інформацію. Для цього можливостей одного методу часто виявляється недостатньо, тому для підтвердження, перевірки, розширення спектру даних використовують різноманітні методи, які дають змогу побачити об'єкт дослідження під різним кутом зору і в різних вимірах.

Під час дослідження стану довкілля використовують методи якісного (діагностують наявність певного хімічного елемента, сполуки) і кількісного (визначають кількість (концентрацію) хімічного елемента, сполуки у довкіллі) аналізу довкілля. Залежно від параметрів, які підлягають вимірюванню, методи кількісного аналізу поділяють на хімічні, фізико-хімічні, фізичні та біологічні.

Характеристику методів для аналізу стану довкілля наведено в таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 – Загальна характеристика методів аналізу об'єктів природного середовища

Показники	Методи аналізу		
	хімічні	фізико-хімічні	фізичні
Мінімальна визначувана концентрація, мг/дм ³ (без концентрування)	1,0 – 0,1	0,05 – 0,005	0,01-0,001
Точність аналізу, % відн.	0,01 – 0,5	1 – 10	2 – 20
Селективність	добра	висока	дуже висока
Тривалість аналізу (без підготовки проби), хв.	30 – 200	15 - 60	10 – 30
Ціна поділки вимірювальної апаратури у відносних одиницях	1	20 - 100	100-500
Можливість швидкого виконання масових аналізів	низька	середня	висока
Необхідність в обслуговуючому персоналі	не потрібна	бажана	обов'язкова
Автоматизація процесів виміру	низька	середня	висока

Дані таблиці є орієнтовними, тому що окремі методи аналізу можуть бути більш або менш чутливими і точними, ніж зазначено у таблиці.

Поділ методів на хімічні та фізико-хімічні є умовним. Однак поділ методів вимірювання аналітичного сигналу на три основні групи – фізичні, хімічні та фізико-хімічні є доцільним, тому що вони мають різні можливості, які слід врахувати при виборі оптимальних варіантів аналізу об'єктів навколишнього середовища.

Вибір конкретного методу дослідження залежить від вмісту аналізованої речовини і хімічного складу досліджуваного об'єкта (табл. 5.7).

Застосування певного методу при вивченні стану об'єктів довкілля дає змогу визначити інгредієнти, характерні лише для визначеного об'єкту дослідження.

Хімічні методи кількісного аналізу концентрації хімічних елементів (сполук) у довкіллі. Вони ґрунтуються на виявленні певних речовин за допомогою хімічних реакцій.

До хімічних методів належать титрометричний і гравіметричний методи.

Титрометричний (об'ємний) метод аналізу ґрунтується на вимірюванні об'єму розчину реагенту відомої концентрації, витраченого на взаємодію з аналізованою речовиною за умови, що речовини вступають у реакцію в концентраціях 10^{-1} - 10^{-3} моль/дм³. Цим методом визначають загальну і карбонатну твердість води, хімічне споживання кисню, біохімічне споживання кисню, кислотність, лужність, вміст розчиненого кисню, концентрацію катіонів ртуті, заліза (II), аніонів SO_4^{2-} , Cl^- , S^{2-} тощо.

Гравіметричний метод аналізу. Цей метод оснований на кількісному переведенні аналізованого компонента в малорозчинну сполуку і зважуванні продукту після виділення, промивання, висушування чи прожарювання.

Застосовують його при концентрації речовини в розчині не нижче 10^{-2} - 10^{-3} моль/дм³. Гравіметричним методом визначають у природних і стічних водах наявність заліза (III) та алюмінію, які присутні у формі оксидів, хлориди - AgCl , сульфати - BaSO_4 (у

кислому середовищі), багато металів (у вигляді малорозчинних сполук з органічними реагентами) – оксихіноліати, дитизонати та ін.

Фізико-хімічні методи кількісного аналізу концентрації хімічних елементів (сполук) у доквіллі. Ці методи ґрунтуються на хімічних реакціях, однак за їх допомогою визначають фізичну характеристику (оптичну густину, електропровідність, окисно-відновний потенціал), що залежить від вмісту аналізованої речовини. До цієї групи належать фотометричний і хроматографічний аналізи.

Фотометричний аналіз. Він охоплює всі методи, які базуються на поглинанні світла речовиною чи продуктом реакції в ультрафіолетовій (УФ), видимій та інфрачервоній (ІЧ) частинах електромагнітного спектра. Вони є придатними для визначення всіх хімічних елементів, крім інертних газів. З їх допомогою визначають як макро-, так і мікрокількості (до 10^{-8} %) аналізованого компонента. Широко їх застосовують при аналізі природних об'єктів (повітря, поверхневих вод, ґрунту, донних мулів, рослин), стічних вод, газоподібних викидів, відходів промисловості. Наприклад, катіони міді визначають у вигляді діетилдитіокарбонату міді жовтого кольору або аміачного комплексу $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ волошково-синього кольору; залізо (III) – у вигляді роданітного комплексу $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ криваво-червоного кольору чи сульфосаліцилату (залежно від рН середовища окремо можна визначити вміст $\text{Fe}(\text{II})$ і $\text{Fe}(\text{III})$); Al^{3+} утворює рожеві комплекси з алюміноном в ацетатному буфері.

Таблиця 5.7 – Методи визначення певних інгредієнтів у об'єктах доквілля

Метод	Визначення інгредієнтів в об'єктах доквілля		
	У ґрунтах і донних мулах	У природних водах	У повітрі (газах і аерозолях)
Гравіметричний	Вологість, мінеральний залишок, SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , карбонати	SO_4^{2-} , нафтопродукти, зависі, мінеральний залишок	Запиленість (вміст пилових часток)
Титриметричний	CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , Ca , Mg	Оксисен (розчинений), CO_2 , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , Cl^- , H_2S , NH_4^+ , твердість води (загальна і карбонатна), ХСК, БСК ₅	Кислоти та кислотні оксиди

Продовження таблиці 5.7

Фотометричний	NO_2 , NO_3 , F, PO_4^{3-} , Al, Hg, Cu, NH_4^+	Колір, органічні речовини, H_2S , NO_2 , NO_3 , P (неорг.), Al, Cu, Fe	CO , CS_2 , SO_2 , HCl, HNO_3 , Al, Fe, Pb, пестициди, деякі органічні сполуки.
Люмінесцентний	Нафтопродукти	Нафтопродукти, хлорорганічні ароматичні сполуки, спирти, ацетон	Смолисті речовини, ароматичні вуглеводні, кетони
Фотометрія полум'я	Na, K	Li, Na, K, Ca	Li, Cs, K
Емісійна спектроскопія	Метали, мікроелементи, бор	Li, Na, K, Ca, Sr, Ba, Cu, Al, Fe, Pb	Be
Атомно-абсорбційна спектроскопія	Cu, Ni, Zn, Hg, Pb, Cr	Ca, Mg, Cu, Pb, Hg та інші	Hg, Cd, Sr, Cu, Pb та інші
Кінетичний і хемілюмінесцентний	Катіони важких металів	Mn, Cu, Ni, Fe (III), амінокислоти	Озон
Потенціометричний	pH, F, NO_3 , K, Ca	pH, F, NO_3 , K, Ca, Cu, Cl, окислювально-відновний потенціал	HF, ненасичені органічні сполуки
Радіометричний	Sr- 90, Cs-137, U-238	Sr- 90, Cs-137, U-238, Pu-239	Sr- 90, Cs-137
Хроматографічні	Нафтопродукти, хлорорганічні сполуки, вуглеводні, пестициди	Na, K, NH_4^+ , Mg, SO_4^{2-} , Cl, Ca, органічні сполуки	CO , CO_2 , SO_2 , Cl_2 , CCl_4 , Al, Cu, органічні сполуки

Хроматографічний аналіз забезпечує розподіл, якісне виявлення та кількісне визначення компонентів рідких і газоподібних сумішей. Ґрунтується він на різному їх розподілі між рухомою і нерухомою фазами. Завдяки йому вдалося, наприклад, швидко виявити стафілококове та мікозне ураження ліквідаторів аварії на ЧАЕС. Хроматографічними методами в організмі виявляють алкалоїди, що спричинюють отруєння.

Для аналізу складних органічних проб використовують рідинну хроматографію. В установках рідинної хроматографії (як і в газових) використовують різноманітні детектори: ультрафіолетовий,

електрохімічний, детектор з діодною матрицею, флюорометричний. Застосування електрохімічного детектора дає змогу визначати сполуки при їх вмісті 10^{-12} г в 1 мл проби. Найбільшу чутливість при визначенні сполук з малими ГДК (біогенні аміни, поліароматичні вуглеводні, гормони, токсини) має флюорометричний детектор.

Послугуючись методом газорідної хроматографії визначають склад стічних вод нафтопереробних і хіміко-фармацевтичних підприємств, заводів органічного синтезу.

Газова хроматографія характеризується високою розподільною здатністю, гнучкістю завдяки застосуванню різних детекторів, найпоширенішим серед яких є полуменево-йонізаційний. Для визначення галогеновуглеводнів застосовуються детектор електронного захоплення, а за допомогою спеціального N/P-детектора виявляються азото- і фосфоровмісні агрохімічні препарати.

Кількісною характеристикою газової та рідинної адсорбційної хроматографії є висота або площа хроматографічного піка, які пропорційні вмісту компонента в досліджуваній суміші.

Під час розділення сумішей методом *тонкошарової хроматографії* (її різновид – паперова хроматографія) отримують забарвлені плями окремих компонентів; безбарвні сполуки проявляють фізичним (УФ-опромінення) або хімічним (обробка реагентом, який утворює забарвлені сполуки з речовинами, наприклад, амінокислоти набувають блакитного кольору після обробки їх розчином нігідрину) способом. Так відбувається якісне виявлення компонентів суміші. Кількісний склад визначають за площею плями або розчиняють вміст у розчиннику і аналізують одним із методів. Методом тонкошарової хроматографії розділяють амінокислоти і барвники рослин, визначають активність ґрунтової фауни за продукцією амінокислот.

Йонообмінна хроматографія дає змогу після попереднього розподілення і послідовного вилучення компонентів суміші з розподільної колонки визначити вміст елементів з подібними хімічними властивостями, фотометричним, титриметричним чи іншим способами. Цим методом виявляють загальну твердість води,

вміст катіонів важких металів у воді, ґрунті, донних мулах. Йонна хроматографія забезпечує визначення понад 70 аніонів неорганічних і органічних кислот, катіонів лужних і лужноземельних металів у воді, продуктах, лікарських препаратах тощо.

Молекулярно-ситову хроматографію використовують для розділення речовин на основі різних розмірів їх молекул. У такий спосіб можна розділити, наприклад, мономерні і полімерні гідроксокомплекси алюмінію, які у разі їх надлишкової кількості в природних водах мають різну токсичність і механізм дії на гідробіонти.

Електрохімічні методи аналізу. Їх сутність полягає в дослідженні електрохімічних властивостей проб. До них відносять потенціометрію, вольтамперометрію, кондуктометрію.

Потенціометрія. Вона охоплює методи, що передбачають вивчення хімічних процесів, які змінюються в результаті хімічних реакцій потенціалу електрода, зануреного у досліджувану суміш.

Абсолютна потенціометрія дає змогу виміряти потенціал E і за рівнянням Нернста обчислити концентрацію йона в речовині. Цей метод використовують для визначення рН природних і стічних вод за допомогою скляного електрода. Йоноселективні електроди забезпечують встановлення вмісту нітратів у рослинах і продуктах, концентрації катіонів натрію, калію, кальцію, магнію, міді, аніонів хлору, бром, йоду та ін.

Потенціометричне титрування використовується для аналізу забарвлених і каламутних середовищ, визначення в них різноманітних сполук. Потенціометричні біодатчики використовують для визначення концентрації пестицидів у складних багатокомпонентних системах.

Вольтамперометрія. Цю групу методів поділяють на два типи:

— полярографічний аналіз, що ґрунтується на процесі електролізу і вивченні залежності сили струму від прикладеної напруги. Цим методом у природних водах і ґрунтах визначають вміст цинку, кадмію, свинцю, міді з попереднім екстракційним відокремленням токсичних елементів – залишкову кількість свинцю у виноградному соці з чутливістю $0,002 \text{ мг/дм}^3$; токсичні елементи в

продуктах, повітрі, стічних водах; концентрацію вітамінів, ферментів, гормонів в організмі людини; діагностують захворювання;

— амперометричне титрування, яке дає змогу визначати аніони, для яких немає точних і швидких титриметричних методів: $C_2O_4^{2-}$, SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , PO_4^{3-} , MoO_4^{2-} , а також багато органічних сполук.

Абсорбційна інверсійна вольтамперометрія є методом визначення понад 40 катіонів металів, аніонів, органічних сполук (білків, ферментів, лікарських препаратів, пестицидів, стимуляторів росту тварин) у різних екологічних об'єктах.

Кондуктометрія (аналіз за електричною провідністю) використовують для визначення концентрації розчинених солей у питних водах і водах для теплообмінного обладнання (пряма кондуктометрія). Кондуктометричним титруванням встановлюють склад сумішей кислот у водному і водно-органічному середовищах, катіони й аніони. Титруванням розчином $BaCl_2$ визначають сульфати, хромати, оксалати, карбонати, цитрати; трилоном Б за різних значень рН аналізують суміші катіонів металів без попереднього їх розділення.

Фізичні (інструментальні) методи аналізу концентрацій хімічних елементів (сполук) у довкіллі. Це кількісні аналітичні методи, для виконання яких необхідна електрохімічна, оптична, радіохімічна та інша апаратура, а також методи, що ґрунтуються на емісії чи абсорбції випромінювання: фотометрія, спектральний аналіз, атомно-абсорбційний спектральний аналіз, мас-спектрометрія, метод ядерного магнітного резонансу.

Фотометричний метод. Він полягає у порівнянні оптичної щільності досліджуваної та контрольної рідини. Цим методом кількісно визначають понад 70 хімічних елементів, зокрема катіони лужних і важких металів у природних водах.

Спектральний аналіз. Метод є фізичним способом визначення складу та будови речовини за її спектром – упорядкованим за довжиною хвилі електромагнітним випромінюванням. Для збудження речовини використовують полум'я пальника, енергію електричної дуги, іскри. Спектральний аналіз дає змогу встановити елементний,

нуклідний і молекулярний склад речовини, її будову (атомно-емісійний спектральний аналіз).

Атомно-абсорбційний спектральний аналіз ґрунтується на визначенні концентрації речовини за поглинанням шаром атомної пари елемента монохроматичного резонансного випромінювання. Цей метод характеризується універсальністю, простотою виконання аналізу і високою продуктивністю. Він дає змогу виявити велику кількість елементів у концентраціях $0,1 - 0,01$ мкг/дм³ і нижче. Метод атомно-абсорбційного спектрального аналізу є принципом роботи багатьох аналізаторів. Так, атомно-абсорбційний аналізатор МГА-915 – спектрометр із земанівською корекцією – застосовують для елементного аналізу природних, питних і стічних вод, ґрунтів, біологічних проб повітря (при об'ємі проби 40 мкл межі визначення окремих елементів становлять: Zn – 0,004, Cd і Cr – 0,03, Cu – 0,07, Pb – 0,12 мкг/дм³).

Мас-спектрометрія основана на розділенні газоподібних йонів у магнітному полі залежно від відношення величини маси йона (m) до його заряду (z), яке впливає на інтенсивність сигналу. Особливістю методу є дослідження малих об'ємів проб і висока вибірковість. Застосовують його переважно для визначення відносних ізотопних мас та ізотопного вмісту елементів, а також відносних молекулярних мас і структури органічних речовин. Мас-спектрометрією виявляють у ґрунті надзвичайно небезпечну забруднюючу речовину – тетрахлордibenзолдіоксин у концентрації 10^{-6} мг/кг.

Метод ядерного магнітного резонансу (ЯМР) відображає взаємодію магнітного моменту ядра молекули речовини із зовнішнім магнітним полем. Він дає змогу працювати у широкому діапазоні концентрацій, визначати, зокрема, вміст різних форм алюмінію та інших металів у природних водах і є дуже ефективним.

Люмінесцентні методи аналізу хімічних речовин (сполук) у довкіллі. Тривалий час у більшості екологічних, технологічних, біохімічних лабораторій домінували фотометричні методи. Однак зниження ГДК і необхідність виявлення забруднюючих і токсичних речовин у надзвичайно малих концентраціях зумовили широке

впровадження методів люмінесценції, які мають високу селективність, дають змогу працювати з малими об'ємами, що зумовлює їх переваги над фотометричними методами. Репрезентують цю групу методів люмінесцентний аналіз, сортовий аналіз, хемілюмінесцентний аналіз.

Люмінесцентними методами аналізують природні й стічні води, повітря, ґрунт, продукти, виявляють нафтопродукти – до $0,005 \text{ мг/дм}^3$; феноли – до $0,0005$; кадмій – до $0,0005$; мідь – $0,05$; у питній воді – свинець у концентрації до $0,005 \text{ мг/дм}^3$; бенз(а)пірен – до $0,00002 \text{ мг/дм}^3$ (ГДК цього забруднювача у повітрі населених пунктів – $0,0000001 \text{ мг/м}^3$).

Люмінесцентний аналіз ґрунтується на здатності речовин випромінювати світло під дією різних збудників: ультрафіолетового (УФ) випромінювання або видимого світла (фотолюмінесценція), розламування (тріболюмінесценція), енергії хімічної реакції (хемілюмінесценція), яка дуже поширена в живій природі: світяться окремі види моллюсків, ракоподібних, глибоководних риб, черв'як внаслідок взаємодії кисню з люциферином. Ця реакція каталізується ферментом люциферазою, а явище називають біоломінесценцією. Деякі мінерали, наприклад флюорит CaF_2 , світяться при дії на них ультрафіолетового випромінювання, що використовують для безконтактного пошуку корисних копалин, зокрема, нафти, виявлення плям нафти і нафтопродуктів на поверхні ґрунту чи водної поверхні Світового океану.

Сортний аналіз застосовують для визначення якості зерна (свіже і зерно, що псується, світяться по-різному в УФ-променях), різних видів палива, виявлення забруднень, сурогатів, підробок.

Хемілюмінесцентний аналіз оснований на здатності продуктів хімічних реакцій світлитися, коли один з компонентів реакції опиняється у збудженому стані. Аналіз виконують за допомогою сумішей: люмінол + пероксид гідрогену (при $\text{pH} > 8,5$); люцигенін + пероксид гідрогену ($\text{pH} > 9$ – виникає блакитна люмінесценція); силосен + окисник ($\text{pH} < 5,0$, рожева люмінесценція). Каталізують ці реакції метали Cr(III) , Mo(VI) , Hf(IV) , Mn(II) та ін. Інтенсивність

люмінесценції прямо пропорційна концентрації каталізатора (швидкості хімічної реакції), тому хемілюмінесценцію застосовують у кінетичних методах аналізу. Метод дає змогу визначати метали у надзвичайно малих кількостях (до 10^{-8} %).

Кількісний хемілюмінесцентний аналіз полягає у вимірюванні інтенсивності або кількості виділеного в хімічній реакції світла фотографічним методом та за допомогою хемілюмінесцентних фотометрів. Хемілюмінесцентним методом визначають наявність мастил, каучуків, вітамінів, бітумів. Це один з найчутливіших методів, який дає змогу виявити $10 - 10^{-4}$ мкг/мл речовини.

Радіометричні методи аналізу концентрацій хімічних речовин (сполук) у довкіллі. Основою їх є виявлення й вимірювання природної і штучної радіоактивності. Для кількісної характеристики радіоактивності послуговуються поняттями «абсолютна активність радіоактивних речовин», яку вимірюють у кюрі, і «питома активність» (радіоактивність одиниці маси речовини, тобто міри відносного вмісту радіонуклідів у досліджуваному зразку), яку виражають кількістю розпадів за хвилину або секунду і вимірюють у беккерелях.

За природною радіоактивністю можна кількісно визначити понад 20 хімічних елементів, зокрема уран, торій, радій, актиній. Калій можна виявити у воді в концентрації $0,05$ моль/дм³. Природна радіоактивність вказує на наявність уранових руд, чим користуються під час їх пошуку за допомогою авіації та супутників.

Радіонукліди застосовують для виявлення пошкоджень у газопроводах, місцях витікання води з магістральних колекторів стічних і каналізаційних вод.

До радіометричних методів аналізу концентрації хімічних речовин належать такі:

- *активаційний аналіз* (опромінення нерадіоактивних елементів нейтронами, протонами та іншими високоенергетичними часточками, внаслідок чого вони набувають радіоактивності);

- *відносний метод аналізу* (опромінення за однакових умов досліджуваного зразка й еталона з відомим вмістом елемента, який є

об'єктом дослідження. Часто зразок після опромінення розчинюють, концентрують його методами осадження, співосадження, екстракції, хроматографії і визначають активність продуктів розділення);

- *ізотопне розбавлення* (введення ізотопу елемента в аналізований розчин, що набуває активності; відтак цей елемент переводять в осад (екстрагують, хроматографують) і визначають активність розчину після його видалення. За різницею визначають активність осаду (екстракту, елюату) і обчислюють вміст компонента в зразку);

- *рентгеноспектральний аналіз* (грунтується на послабленні інтенсивності рентгенівського випромінювання під час проходження крізь пробу. У рентгенофлуоресцентному аналізі на пробу діє первинне рентгенівське випромінювання, під впливом якого виникає вторинне рентгенівське випромінювання проби, характер якого залежить від якості та кількісного складу аналізованої речовини).

Біологічні та біохімічні методи аналізу кількості хімічних речовин (сполук) у довкіллі. Їх основою є дослідження реакцій рослин, тварин і мікроорганізмів на дію певного чинника. Зміни в організмах можуть стосуватися активності ферментів, проникності мембран, зміни інших органел клітини, окремих органів, систем, організму загалом, популяції, екосистеми.

Біологічні методи використовують при дослідженні стану довкілля (біоіндикація). Тест-об'єктами при вивченні дії токсичних речовин (визначення ГДК і летальних доз), фармакологічного ефекту лікарських препаратів найчастіше бувають живі організми. Біологічні методи ефективні при аналізі біологічно активних речовин: антибіотики аналізують за їх спроможністю зупиняти ріст мікроорганізмів; серцеві глікозиди здатні припинити роботу ізольованого серця жаби; накопичення фенольних сполук у листі рослин сигналізує про стресову ситуацію.

Здебільшого визначають активність ферментів, оскільки вони мають високу чутливість, вибіркову дію, дають змогу численним хімічним реакціям у живому організмі відбуватися за звичайних умов (амілаза каталізує розщеплення вуглеводів, глюкозооксидаза –

окислення Д-глюкози).

Активність біохімічних каталізаторів залежить від багатьох чинників, оскільки вони мають білкову природу, а саме від рН середовища, наявності окремих катіонів металів, що можуть підвищувати чи знижувати їх активність, окисно-відновний потенціал тощо.

Коливання активності ферментів фіксують спеціальні електроди на підставі зміни концентрації субстрату чи метаболіту. Вивчення ферментних реакцій має велике значення при дослідженні функцій і виявленні концентрацій мікроелементів та інших біологічно активних сполук. Активність ферментів може бути тестом при моніторингу забруднення довкілля деякими речовинами, зокрема важкими металами, що діють як ферментні отрути, кислотними оксидами тощо.

З метою контролю стану поверхневих природних вод використовують методи біотестування. Наприклад, зміна статичного стану п'явки медичної на динамічний; динаміка виживання та плодючості дафнії магна; біолюмінесценція окремих видів бактерій тощо є свідченням наявності різних забруднювачів.

Широкий вибір методів спостережень за рівнем забруднення природного середовища дає змогу цілісно оцінити стан довкілля і встановити найменші концентрації речовин у незабруднених об'єктах фонових районів і високі значення їх концентрацій за антропогенної дії протягом тривалого часу.

5.11. Статистична обробка результатів досліджень

При обробці матеріалів екологічних досліджень з метою вилучення з отриманих кількісних даних якнайбільше корисної інформації застосовуються статистичні методи.

Математична статистика – це один із розділів математики. Вона дозволяє робити висновки про всю (генеральну) сукупність на основі спостережень над вибірковою сукупністю або вибіркою.

Математична статистика являє собою велику і складну систему знань. Не можна розраховувати на те, що кожен еколог повністю

опанує цими знаннями. Але основним комплексом простих статистичних методів оволодіти не складно.

Вдале застосування цих методів дозволить досліднику, провівши початкову обробку, одержати загальну картину того, що дають кількісні результати його досліджень, оперативно проконтролювати хід досліджень.

Але з самого початку зауважимо, що надмірне захоплення статистикою може навіть зашкодити, якщо аналіз і встановлення причинно-наслідкових зв'язків замінюється набором цифр, складних формул і посилань на різні математичні таблиці.

Математична статистика – не самоціль, а засіб наукового дослідження. Вона не пояснює явищ і не встановлює їх причин, а кількісно описує масові (не одиничні) явища і встановлює емпіричні закономірності. Не до всіх видів отриманих результатів можна застосувати певні статистичні процедури. В статистичних розрахунках завжди є певна міра умовності, припущення.

Статистичні методи розкривають зв'язки між досліджуваними явищами. Однак необхідно знати, що якою б високою не була ймовірність таких зв'язків, вони не дають права досліднику визнати їх причинно-наслідковими відношеннями. Статистика змушена приймати до аналізу дані, на які впливає безліч факторів. Щоб підтвердити чи відкинути існування причинно-наслідкових зв'язків і відношень, досліднику доводиться продумувати цілі серії експериментів. Головний обов'язок експериментатора – постановка добротних, цілеспрямованих дослідів, а математична статистика допомагає йому у виборі оптимальних умов для проведення дослідів, дає об'єктивну кількісну оцінку експериментальних даних.

Математична статистика застосовується у вірно спланованих і проведених дослідів. Вона не виправляє похибок, допущених під час їх планування або виконання. Завданням статистичного аналізу даних є отримання підтвердження або не підтвердження результатів досліджень, гіпотези, яка була покладена в основу дослідів, оцінки схеми і дослідів в цілому, обґрунтування висновків та рекомендацій.

Методи статистичної обробки експериментальних даних

поділяють на дві групи: 1) дробовий і узагальнюючий; 2) а) дисперсійний метод; б) метод різниці; в) метод виправлених відхилень.

Методи першої групи використовують для обробки результатів, які не мають систематичних похибок. Використання методів другої групи дає змогу виявити випадкові і систематичні похибки, зробити більш обґрунтовані висновки.

Основою *дробового* і *узагальнюючого* методів є положення про незалежність варіювання показників один від одного.

Дробовий метод дає змогу визначити середнє арифметичне, похибку середньої різниці, *t*-критерій.

Узагальнюючий метод на відміну від дробового дає можливість підвищити надійність порівняння середніх обчисленням загальної похибки досліду в цілому і для кожного варіанта. Цим методом обробляють результати досліджень з двома повтореннями, дробовим - з трьома повтореннями і більше.

Суть методу *різниці*, або парного методу, полягає у визначенні похибки середньої різниці, а не похибки середніх. Цим методом доцільно обробляти результати дослідів з частим розміщенням контролей і невеликим числом варіантів (2-4). Недоліком методу різниці є те, що він не може дати стійкої оцінки похибки різниці, оскільки вони обчислюються за невеликим числом порівнянь.

Дисперсійний метод позбавлений багатьох недоліків статистичних методів. Він рекомендований географічною мережею дослідів з добривами для математичної обробки результатів польових та інших дослідів.

Властивість умовних одиниць (рослин, урожаїв тощо) відрізнятися однієї від іншої навіть в однорідних сукупностях називається *мінливістю*, або *варіюванням*. Варіювання зумовлено тим, що у природі немає двох однакових організмів. Варіювання є основною властивістю будь-якої сукупності. Варіюючі ознаки - маса, склад, урожай. Генеральною сукупністю, або сукупністю називають усю досліджувану групу об'єктів.

Мінливість біологічних об'єктів утруднює вирішення питання:

чи є розбіжність між експериментальними одиницями результату неврахованого варіювання, чи є дійсним результатом дії досліджуваних варіантів (факторів). Математична статистика дає змогу визначити незміщену оцінку дії варіантів і значимість різниць між ними за допомогою критеріїв суттєвості, що ґрунтуються на вимірюванні неврахованих варіацій.

Розрізняють *кількісну* й *якісну* мінливості. У *кількісній* – відмінності між варіантами виражаються кількістю (маса, висота тощо). Вона буває переривчастою (дискретною) та безперервною. При *якісній* мінливості відмінності між варіантами виражаються якісними показниками, які одні варіанти мають, а інші – ні. Якщо ознаки мають тільки два значення, то мінливість називають *альтернативною* (*двовакоможливою*).

Експериментальна одиниця – це одиниця експериментального матеріалу, на яку розповсюджується дія варіанта (фактора). Нею може бути рослина, вегетаційна посудина, ділянка тощо. Будь-яка властивість (характеристика) експериментальної одиниці, яку можна виміряти, називають *перемінною*. *Перемінна* може бути дискретною (перервною) величиною, яка набуває лише конкретних значень, або вона може бути безперервною величиною і набуває будь-які значення в певному інтервалі. Окреме спостереження *перемінної* називають *варіантою*. *Варіант* – це доза добрива, сорт, норма висіву, засіб хімічної меліорації тощо.

Якщо впливу одного варіанта піддається більше, ніж одна експериментальна одиниця, то маємо *повторність* цього варіанта. Дві експериментальні одиниці, які перебувають під однаковим впливом варіанта (фактора), утворюють *дві повторності*.

Кілька експериментальних одиниць, які зазнають впливу різних варіантів (факторів), мають *повторність* і розміщуються за певною схемою, складають *дослід* (експеримент).

З певного об'єкта для досліджень беруть будь-яку частину. Частина об'єкта, яка відібрана для досліджень, називається *вибірковою сукупністю*, або *вибіркою*. На основі вибірки отримують інформацію про сукупність, тому вона повинна бути *репрезентативною*. Для отримання *репрезентативної вибірки*

застосовують принцип випадковості. Випадкова вибірка – це така вибірка, у якій будь-які індивідуальні спостереження мають рівновелику можливість бути у її складі.

Сукупність означає серію перемінної або обліків однієї перемінної, виконаних на всіх одиницях, які належать до однієї популяції. Сукупність може бути малою або великою. При малій сукупності проводять велику кількість вимірів індивідуальних або експериментальних одиниць.

Внаслідок досліджень отримують сукупність значень перемінної індивідуальних експериментальних одиниць, сукупність вибірових середніх перемінної або сукупність різниць між парами вибраних середніх. Сукупність описують за допомогою характеристик, які називаються *параметрами*. Параметрами називають точні конкретні величини. Середня вибірка є статистичною характеристикою. Її розраховують для оцінки параметрів сукупності. Кожна вибірка має конкретні значення статистичних характеристик. Для оцінки характеристики сукупності дані великої вибірки групують і представляють у вигляді таблиць, гістограм або кривих розподілу частот. Можливі значення варіюючої ознаки називають *варіантами* і позначають літерою X . Ряд варіюючих величин можна впорядкувати – розставити варіанти в порядку їх збільшення чи зменшення. Таке впорядкування називається *ранжуванням*. У результаті одержують варіаційний ряд. Кількість повторень однієї варіанти називають *частотою ознаки* (f). Сума всіх частот ($\sum f$) дорівнює обсягу вибірки (n).

Головна мета вибіркового методу – за статистичними показниками вибірки якомога точніше охарактеризувати всю сукупність об'єктів, яка в статистиці називається *генеральною сукупністю*.

Генеральна сукупність, чи просто *сукупність* – це множина, усі елементи якої володіють якимись загальними ознаками.

У ході конкретизації проблем свого дослідження екологу неминуче доведеться позначати границі досліджуваної ним сукупності.

У переважній більшості випадків дослідник не в змозі охопити у вивченні всю сукупність. Доводиться, хоча це і пов'язано з деякою втратою інформації, взяти для вивчення лише частину сукупності, її називають вибірковою сукупністю, або *вибіркою*. Завдання дослідника полягає в тому, щоб підібрати таку вибірку, що репрезентувала б генеральну сукупність, іншими словами, ознаки елементів сукупності повинні бути представлені у вибірці. Важливо, щоб у вибірці були збережені істотні, з погляду даного дослідження, ознаки сукупності.

Тобто *вибіркою* називається частина генеральної сукупності, визначена за певними правилами, яка підлягає безпосередньому вивченню.

Важливим завданням статистики є перенесення результатів, отриманих при вивченні вибіркової сукупності з певною мірою припущення на генеральну сукупність. Цей процес називається *генералізацією*.

Людина в своїй пізнавальній і практичній діяльності завжди здійснює оцінку різних об'єктів, предметів чи явищ. *Оцінка* – це судження про певний феномен, виражене у кількісній чи якісній формі. Якісні оцінки досліджуваних явищ – характеристика якостей об'єктів без їх співвіднесення з числовим рядом. Кількісні оцінки – результат вимірювання, тобто приписування чисел об'єктам у відповідності з певними правилами.

Вимірювання – це пізнавальна процедура, пов'язана з визначенням числового значення деякої величини за допомогою одиниці вимірювання. Вимірювання ґрунтується на порівнянні однакових властивостей об'єктів. Іншими словами, вимірювання являє собою процедуру порівняння досліджуваної величини з однойменною, прийнятою за еталон, зразок.

Необхідно враховувати, що проблема вимірювання в екології ускладнюється тим, що багато змінних факторів безпосередньо не можна спостерігати й вимірювати. В цих умовах застосовують методи побічного вимірювання, тобто безпосередньо спостерігають і вимірюють не ті величини, що вивчають, а інші – які можна

спостерігати (індикатори) і які відомим способом пов'язані з досліджуваними змінними величинами.

У дослідженнях отримання кількісних характеристик ґрунтується на застосуванні різного роду шкал. Загалом, шкала являє собою числову систему, в якій співвідношення між якостями об'єктів виражаються якостями числового ряду.

Застосування тих чи інших статистичних методів визначається тим, до якої вимірювальної шкали відноситься отриманий матеріал. Розрізняють чотири типи вимірювальних шкал: шкалу найменувань (номінативну, номінальну), шкалу порядку (ординарну), шкалу інтервалів і шкалу відношень. Знаючи типові особливості кожної шкали, неважко встановити, до якої зі шкал варто віднести матеріал.

Шкала найменувань (номінальна). До цієї шкали відносяться матеріали, в яких досліджувані об'єкти відрізняються один від одного за їх якістю. У номінальній шкалі різним об'єктам приписуються певні числові чи літерні значення в залежності від назв об'єкту. При цьому здійснюється реєстрація і підрахунок об'єктів із даною ознакою. Віднесені до шкали найменувань об'єкти можна розміщувати в будь-якій послідовності в залежності від мети дослідження.

За такою шкалою проводити деякі математичні операції некоректно. Визначати можна процентні відношення та знаходити таку міру центральної тенденції, як мода. *Мода* – це значення змінної, яке найчастіше зустрічається у сукупності (вибірці).

Порядкова (ординарна) шкала використовується у тому випадку, коли певна ознака може проявлятися у більшій або меншій мірі, але важко сказати наскільки. Тобто одиниця вимірювання не є величиною постійною. За цією шкалою можна здійснити упорядкування об'єктів за величиною певної ознаки (наприклад, концентрації речовин).

Якщо в шкалі найменувань розміщення досліджуваних об'єктів практично не грає ніякої ролі, то в шкалі порядку – це видно з її назви – саме на цю послідовність переключається вся увага.

Для порядкової шкали виконуються операції знаходження міри центральної тенденції: моди і медіани. *Mediana* – це значення, яке ділить навпіл упорядковану множину змінних. Для того, щоб знайти

медіану, треба спочатку упорядкувати отримані результати і знайти те значення, яке знаходиться посередині. Якщо кількість значень змінної парна, то медіана дорівнює півсумі двох значень, що розташовані посередині ряду. Наприклад: 1 2 2 3 3 4 4 4 4 5 5. Середина ряду знаходиться між 3 і 4, тому $Me = 3,5$.

Окремим випадком порядкової шкали є рангова шкала, яка передбачає приписування об'єктам певних числових значень (рангів) на основі їх упорядкування за ступенем прояву певної ознаки. Причому необхідно дотримуватись таких вимог: кількість рангів повинна дорівнювати кількості об'єктів; однаковим об'єктам приписуються однакові ранги.

Інтервальна шкала, в якій одиниця вимірювання стала. Нею передбачається зіставлення величини досліджуваної ознаки з певним стандартним інтервалом, який приймають за одиницю міри (маса викиду; об'єм викиду, скиду).

Крім того, може застосовуватись *шкала відношень* (раціональна), якою передбачається співвіднесення величини ознаки з інтервалом можливих її значень. Така шкала має певне нульове значення. Для такої шкали визначаються всі основні міри центральної тенденції: мода, медіана і середнє арифметичне (математичне очікування).

Варіаційний ряд. Під час обробки експериментальних даних у процесі систематизації результатів масових спостережень результати об'єднують в окремі однорідні групи за конкретними ознаками. Таке об'єднання називають *групуванням*. Групування за ознаками не є чисто технічним прийомом, а має осмислене спрямування на встановлення певних зв'язків між явищами. Групування повинно відповідати вимогам поставлених завдань і відповідати змісту досліджуваного явища. Найрозповсюдженішою формою групування є складання таблиць.

Особливе місце серед групування належить варіаційним рядам. *Варіаційний ряд*, або ряд розподілу, - це подвійний ряд чисел, який показує, як числове значення ознаки пов'язано з їх повторенням у даній статистичній сукупності.

Варіаційний ряд

Значення ознаки	6	7	9	10	11	12	13	14
Кількість варіант	1	1	2	4	4	6	1	1

Розташування ряду варіант у порядку збільшення або зменшення називається *ранжуванням*. Ранжування дає змогу визначити, що кількість значень зустрічається неоднакову кількість раз.

Результатом первинних спостережень є варіаційний ряд, або ряд розподілу. У варіаційному ряді вказують можливі значення варіюючої ознаки в порядку збільшення або зменшення та відповідні їх частоти. Впорядковане розташування даних показує зміну ознаки від мінімального до максимального значення.

У процесі складання варіаційного ряду необхідно визначити мінімальну і максимальну варіанту, розмах варіювання, кількість груп і їх інтервал, початок і кінець групового інтервалу, розподіляти всі варіанти вибірки за групами.

Показником мінливості є ліміт (розмах варіювання) - мінімальне і максимальне значення ознаки у сукупності. Чим більша різниця між ними, тим мінливіша ознака. Графічно варіаційний ряд зображають у вигляді ступеневої кривої, яка називається гістограмою. Числа, які показують, скільки разів окремі варіанти повторюються у даній сукупності, називають *частотами варіант* і позначають f . Загальна сума частот варіаційного ряду дорівнює обсягу даної сукупності,

тобто $\sum_{i=1}^K f_i = n$, де $\sum_{i=1}^K f_i$ – сума частот варіаційного ряду від першого ($i=1$) до K класу; n – число спостережень або обсяг сукупності.

Статистичні показники сукупності визначаються середніми величинами (середнє арифметичне, середнє геометричне, мода і медіана) і показниками мінливості ознаки (ліміти, середнє квадратичне відхилення, дисперсія, коефіцієнт варіації).

Усі ознаки в екології варіюють, їх можна безпосередньо виміряти. Ознаки поділяють на кількісні і якісні. Кількісні ознаки

можна безпосередньо виміряти або порахувати. Їх поділяють на *мірні* і *рахункові*. Мірні ознаки варіюють безперервно, їх величина визначається в певних межах – від і до і мають числові значення. Рахункові ознаки варіюють перервно або дискретно, їх числове значення визначають лише цілими числами. Якісні ознаки не зазнають безпосереднього вимірювання і враховуються за наявністю їх властивостей в окремих членів групи.

Кількісні ознаки розподіляються у варіаційний ряд, якісні не розподіляються. Величина будь-якої варіюючої ознаки є перемінною випадковою величиною. Постійні величини позначають початковими літерами латинського алфавіту, а перемінні величини – останніми великими літерами латинського алфавіту X, Y, Z , а їх числові значення (варіанти) відповідно малими літерами: $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$, або $y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$. Загальне значення будь-якої варіанти позначають x, y , де індекс вказує на загальний характер варіанти (дати).

Різниця між результатами вибірових вимірювань і дійсно існуючими значеннями вимірюваної величини називається похибкою.

Варіаційні ряди та їх графічне зображення дають наочну уяву про варіювання ознак, але цього недостатньо для повного опису варіаційних об'єктів. Для цієї мети існують теоретично обґрунтовані статистичні показники - середні величини і показники варіації.

У дослідженнях використовують малі ($n < 30$) і великі ($n > 30$, n – число досліджень) вибірки. Для малих і великих вибірок обчислюють основні статистичні характеристики: середня арифметична (\bar{x}), дисперсія (S^2), стандартне відхилення (S), похибка середньої арифметичної ($S_{\bar{x}}$), коефіцієнт варіації (V), відносна похибка ($S_{\bar{x}}, \%$). Кожна середня арифметична величина має інтервальну оцінку.

Статистична обробка варіаційного ряду. Групування даних варіаційного ряду проводиться у такій послідовності:

1. Визначається розмах варіювання результатів вимірювання

$$R = X_{\max} - X_{\min}.$$

2. Встановлюється число груп ($k = \sqrt{n} = \sqrt{\sum f}$) і розмір інтервалу групування ($i = R : k$).

3. Підраховується число даних, які відповідають за своїм значенням кожному інтервалу групування, результати заносять до таблиці.

Графічне зображення варіаційного ряду називається *кривою розподілення* чи *варіаційною кривою*.

Ступінчатий графік у вигляді стовпчиків з висотою, пропорційною частотам, і шириною, яка дорівнює інтервалам класів, називається *гістограмою*, з неї, з'єднавши лінією середні значення груп, одержують *криву розподілення*. Висота графіка повинна відноситись до його ширини як 5:8.

Тенденція значень ознаки групуватися навколо центру розподілення частот, статистичною характеристикою якого є середня арифметична (\bar{x}), називається *центральною тенденцією*.

Основними статистичними характеристиками кількісної мінливості є середня арифметична ($\bar{x} = \sum X : n$), зважена середня арифметична ($\bar{x} = \sum fX : n$), дисперсія чи середній квадрат $S^2 = \sum (X - \bar{x})^2 : (n - 1)$ або $\sum f(X - \bar{x})^2 : (n - 1)$, стандартне відхилення ($s = \sqrt{S^2}$), абсолютна похибка середньої арифметичної ($S_x = S : \sqrt{n} = \sqrt{S^2 : n}$), відносна похибка середньої арифметичної ($S_x, \% = S_x : \bar{x} \cdot 100$), коефіцієнт варіації ($V = S : \bar{x} \cdot 100$).

Для альтернативної якісної мінливості $S = \sqrt{pq}$, де p і q – ознаки, виражені в частках одиниці чи відсотках; коефіцієнт варіації якісних ознак $V_p = S : S_{\max} \cdot 100, S_{\max} = 0,5(50\%)$; похибка вибіркової частки $S_p = S : \sqrt{n}$, де S_p – показник мінливості якісної ознаки; n – обсяг вибірки.

Генеральна сукупність числа об'єктів, які попали у вибірку сукупність, називають *обсягом вибірки*. Необхідно на основі результатів досліджень вибіркової сукупності отримати досить вірні результати і дати висновки, які б відповідали генеральній сукупності в цілому. Необхідно визначити, з якої сукупності буде визначатись обсяг вибірки. Обсяг вибірки тісно пов'язаний з похибкою досліду. Цей висновок підтверджується такими формулами:

$$\text{для кількісних змін} \quad S\bar{x} = \frac{tS}{\sqrt{n}};$$

$$\text{для якісних змін} \quad Sp = \frac{t\sqrt{pq}}{\sqrt{n}},$$

де $S_{\bar{x}}$ - середня похибка вибіркової середньої; Sp - похибка частки вибірки; S - стандартне відхилення; t - теоретичне значення критерію Стьюдента; p і q - частки ознаки; n - обсяг вибірки. Значення t залежить від вибіркового рівня ймовірності ($t=2$ для 95 %-ого і $t=3$ для 99 %-ого рівня).

Обсяг вибірки з необмеженої сукупності, якої достатньо для досягнення певної точності середньої, знаходять за такими формулами:

$$\text{для кількісної зміни} \quad n = \frac{t^2 \cdot S^2}{S^2_{\bar{x}}};$$

$$\text{для якісних змін} \quad n = \frac{t^2 \cdot p \cdot q}{Sp^2};$$

Середня арифметична (\bar{x}). На відміну від індивідуальних числових характеристик середні величини характеризуються більшою стійкістю, здатні характеризувати цілу групу однорідних одиниць одним (середнім) числом. Значення середніх дає змогу мати уяву про найбільш типове і постійне, що характеризує якісну однорідність варіюючого об'єкта і дає можливість розрізнити один об'єкт від іншого. Середні величини позначають тими малими літерами, що й варіанти. Над літерою, яка позначає середню величину, ставлять риску.

Середню арифметичну обчислюють за формулою:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i,$$

де x_i - значення варіант; \sum - знак сумачі варіант у межах від першого (x_1) до n -ої варіанти; n - число варіант (спостережень).

Середня арифметична характеризує центр нормального розподілу. У кривій нормального розподілу місце середньої арифметичної визначається найбільшою ординатою, яка ділить на дві рівні частини площу, що обмежується кривою і віссю абсцис.

Оскільки середня генеральної сукупності (M) здебільшого не відома, то середня арифметична вибірових спостережень фактично

характеризує M . Тому завданням статистичного аналізу є визначення ступеня вибіркової середньої до середньої генеральної сукупності.

Середня арифметична має ті самі найменування, що й варіююча ознака і обчислюється на основі всіх значень ознаки. Якщо кожне значення варіюючої ознаки дано у варіаційному ряді не одним, а кількома спостереженнями, то формула для обчислення середньої арифметичної матиме такий вигляд:

$$\bar{x} = \frac{f_1x_1 + f_2x_2 + \dots + f_nx_n}{f_1 + f_2 + \dots + f_n} = \frac{\sum fx}{n}$$

де f_1 і f_2 – частоти, що відповідають окремим значенням X .

Ця середня арифметична називається *зваженою*.

Алгебраїчна сума всіх відхилень варіант від середньої арифметичної дорівнює нулю ($\sum X=0$). Сума квадратів відхилень окремих варіант від середньої арифметичної завжди буде менша суми квадратів відхилень від будь-якої іншої величини, хоча і дуже близької за своїм значенням до \bar{x} , тобто $\sum X^2 < \sum (X-A)^2$, де A – будь-яка величина, більша або менша \bar{x} .

Властивості середньої арифметичної дають змогу застосовувати під час обробки багаточисельних згрупованих вибірок спосіб "довільного початку". Цей спосіб ґрунтується на тому, що одне із значень варіюючої ознаки, яке знаходиться у центрі розподілу, умовно приймають за середнє і позначають літерою A . Інші значення виражають у вигляді відхилень від A в одиницях інтервалу. Замість A беруть

$$a = (X + A) : i;$$

де A – довільний початок; i – величина інтервалу.

Для визначення середнього темпу приросту досліджуваної ознаки за окремі рівновеликі періоди спостережень або середній темп за весь період розвитку використовують середню геометричну (\bar{x}_g):

$$\bar{x}_g = \sqrt[n]{x_1 x_2 \dots x_n} = \sqrt[n]{\Pi X},$$

де x_1, x_2, \dots, x_n – прирости за окремі періоди; ΠX – добуток усіх часткових приростів; n – число періодів.

Якщо $n > 2$, застосовують логарифмування, і формула набуває такого вигляду:

$$\lg[\bar{x}]_{\text{геом}} = \frac{1}{n} (\lg x_1 + \lg x_2 + \dots + \lg x_n).$$

Середню геометричну можна визначити на основі даних вимірювань у першій та останній періоди за формулою:

$$\bar{x}_{\text{ГЕОМ}} = \sqrt[n]{\frac{x_n}{x_1}},$$

де x_n – значення останнього періоду; x_1 – значення парного спостереження.

Формула середньої може бути записана у загальному вигляді:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n},$$

Грецька літера Σ вказує на необхідність сумачії всіх значень y_i . Індекс, який стоїть біля знаку сумачії $i=1 \dots n$, означає, що значення y_i починається від y_1 і закінчується y_n .

Однією з основних статистичних гіпотез є так звана *нульова* гіпотеза H_0 , її використовують для оцінки результатів дослідів. Логічним змістом цієї гіпотези є припущення, що реальні різниці між фактичними спостереженнями і тими, що перевірялись, теоретично відсутні. Нульову гіпотезу не відкидають тоді, коли вірогідність випадкового походження між сукупностями достатньо велика.

Прийняття H_0 -гіпотези означає, що дані не протирічать положенню про відсутність різниць між фактичними і теоретичними або двома рядами фактичного розподілу. Нульова гіпотеза відкидається за незначної ймовірності, якщо розходження викликане випадковими причинами. Якщо вибірка зроблена так, що сукупності нормально розподіляються з параметрами M_x і σ_x , а інша - з сукупності з параметрами M_y і σ_y , то нульова гіпотеза впливає з того, $M_x = M_y$ і $\sigma_x = \sigma_y$, тобто $M_x - M_y = 0$ і $\sigma_x - \sigma_y = 0$.

Альтернативна гіпотеза впливає з передбачення, що $M_x - M_y \neq 0$ і $\sigma_x - \sigma_y \neq 0$.

Для перевірки прийнятої нульової гіпотези, тобто достовірної оцінки параметрів вибірових даних, використовують величини,

функції розподілу яких відомі. Ці величини називають критеріями ймовірності. Критерії ймовірності дають змогу в кожному конкретному випадку встановити відповідність вибірових показників прийнятій гіпотезі.

Рівень значущості або ймовірність похибки, яка приймається для оцінки прийнятої гіпотези, може відрізнятися. Звичайно, під час перевірки статистичних даних у гіпотезах приймаються три рівні значущості: 5%-й (ймовірність оцінки похибки $P=0,05$), 1%-й ($P=0,01$) і 0,1%-й ($P=0,001$).

В екологічних дослідженнях достатнім вважається 5%-й рівень значущості. При цьому нульову гіпотезу не відкидають, якщо внаслідок досліджень встановлено, що ймовірність оцінки похибки відносно вірно прийнятої гіпотези перевищує 5%, тобто $P>0,05$. Якщо $P<0,05$, то прийняту гіпотезу слід відкинути на прийнятому рівні. При цьому похибка можлива не більш, ніж у 5% випадках, тобто вона малоімовірна.

Об'єктам екологічних досліджень властива мінливість ознак і властивостей у часі та просторі. Ця мінливість виявляється у вигляді розсіювання значень окремих ознак у межах, які визначаються ступенем біологічної вирівняності об'єкта досліджень і характером взаємодії з навколишнім середовищем.

За допомогою статистичного аналізу оцінюють ступінь розсіювання і дають інтерпретацію результатам досліджень. Дисперсія (S^2) і стандартне відхилення S є основними показниками варіації, розсіювання досліджуваної ознаки.

Для характеристики ступеня варіювання відхилення окремих варіант від середньої арифметичної підносять до квадрата. При цьому всі знаки будуть додатними, а сума їх буде позитивною величиною. Крім того, під час піднесення до квадрата і додавання відхилень, які далі відстоять від середньої, отримують відносно великі доданки, внаслідок чого сума квадратів відхилень при одному і тому числі спостережень буде тим більша, чим більше розсіювання експериментальних даних.

Щоб елімінувати вплив об'єму сукупності, суму квадратів

ділять на число спостережень. Отриманий середній квадрат відхилень від середньої арифметичної називають *дисперсією*, або розсіюванням. *Дисперсія* – частка від ділення суми квадратів відхилень $(X - \bar{x})^2$ на число всіх вимірювань без одиниці $(n-1)$:

$$S^2 = \frac{\sum (X - \bar{x})^2}{n-1}.$$

Стандартне відхилення і дисперсію відповідно для вибірки позначають S і S^2 , для сукупності відповідно як σ і σ^2 .

При обчисленні вибіркової сукупності знаходять оцінку генеральної дисперсії S^2 , яка більше або менше наближається до σ^2 . Добуваючи корінь квадратний з σ^2 , знаходять показник варіювання, який називається *середнім квадратичним відхиленням*.

Формула обчислення S як міра розсіювання має такий вигляд:

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{x})^2}{n-1}},$$

де X - значення варіюючої ознаки; \bar{x} - середнє арифметичне; n - число спостережень.

Показник « $n-1$ » називають «числом ступенів свободи» і позначають літерою ν (ню), $\nu = n-1$, де n - число спостережень. Число ступенів свободи, або число ступенів варіації, це кількість вільно варіюючих величин у сукупності. Введення числа ступенів свободи зумовлюється тим, що при обчисленні середньої арифметичної всі спостереження беруть участь у її утворенні і тому незалежні один від одного. Якщо обчислюють середнє відхилення, то число незалежних величин буде не n , а $n-1$, оскільки кожне з відхилень визначається величиною всіх останніх і число дорівнює їх сумі, взятих із протилежним знаком.

За великого числа спостережень величина ν мало впливає на величину дисперсії. Тому при $\nu \geq 20 \dots 30$ приймають, що $\nu = n$. Тоді

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{x})^2}{n}}.$$

Частота виявлення певних значень ознаки у сукупності називається *розподілом*. Розрізняють емпіричний і теоретичний

розподіл. Емпіричний розподіл отримують внаслідок практичного вивчення вибірки. Теоретичний розподіл передбачає розподіл вимірювань на основі теорії ймовірності. До теоретичного розподілу належать нормальний розподіл, розподіл Стьюдента (t -розподіл), F – розподіл, розподіл Пуассона, χ^2 – розподіл Пірсона, біноміальний. Велике число паралельних спостережень дає змогу отримати криву нормального розподілу, або криву Гауса.

При розподілі нескінченно великого числа паралельних спостережень навколо істинного значення, величина якого відповідає середній арифметичній (\bar{x}), більша частина відхилень розташовується ближче до середньої арифметичної. Площа, обмежена віссю абсцис і кривою розподілу, за будь-яких значень середньої арифметичної (\bar{x}) і середнього квадратичного відхилення (σ) дорівнює одиниці, або 100%. Підрахунки показують, що в межах від $-\sigma$ до $+\sigma$ знаходиться 68,3% варіант, а за цими межами знаходиться 31,7% усіх варіант.

У межах від -2σ до $+2\sigma$ знаходиться 95,5%, а за межами – лише 4,5% усіх варіант; у межах від -3σ до $+3\sigma$ знаходиться 99,7% варіант (99,7% свідчить про те, що практично всі варіанти знаходяться у цих межах). Вірогідність зустріти варіанту, яка відхиляється від \bar{x} на величину більшу, ніж $\pm 3\sigma$, становить близько 0,3%.

Потроєне значення стандартного відхилення прийнято вважати граничною похибкою окремого дослідження. Отже, майже всі значення варіант у варіаційному ряду знаходяться в межах $\pm 3\sigma$.

В межах $\bar{x} \pm s$ знаходиться 68,3% усіх спостережень, в межах $\bar{x} \pm 2\sigma$ – 95,5%, в межах $\bar{x} \pm 2\sigma$ – 99,8% усіх спостережень. Площа під кривою, яка знаходиться на t стандартних відхилень вліво і вправо від \bar{x} , називають *рівнем ймовірності* і виражають у відсотках ймовірності або в частках одиниці.

На основі цієї закономірності можна обчислити вірогідність відхилень будь-якої варіанту від середньої арифметичної.

У дослідях використовують рівень довірчої вірогідності, що дорівнює 0,95 і записується як $P_{0,95}$, або $P_{0,99}$ для рівня довірчої вірогідності 0,99. Рівень довірчої вірогідності $P_{0,95}$ означає, що на цьому рівні дослідник, стверджуючи чи заперечуючи в досліді будь-яке явище або положення, ризикує помилитися 5 раз на 100 випадків.

У польових дослідках найприйнятливішою вважають довірчу вірогідність $P_{0,95}$. Іноді замість рівня довірчої вірогідності використовують рівень значущості P , який обчислюють за формулою $P = f - P$. Рівень значущості записують символом P_{05} або P_{01} .

Довірчий інтервал – величина, яку відкладають по обидва боки вибіркової середньої \bar{x} . Вона обмежує можливі границі коливань вибіркової середньої навколо генеральної середньої M .

Надійність – це ймовірність P справедливості нерівності $(\bar{x} - x) \leq A$, тобто вірогідність того, що дійсне значення \bar{x} попаде в інтервал $(\bar{x} + \Delta, \bar{x} - \Delta + A)$.

В екологічних дослідженнях допустимі величини P становлять 0,90 – 0,95, а довірчий інтервал оцінюють у 5-10% вибіркової середньої.

Для отримання представницької середньої треба довести, що генеральна середня сукупності з вірогідністю 0,90-0,95 лежить в інтервалі $(M \pm (0,05+0,1) \bar{x})$. Вибравши довірчий інтервал A і довірчу вірогідність P , експериментатор проводить серію досліджень ($n=10, 20, \dots$) і після їх виконання оцінює результати, використовуючи з теорії малих вибірок такі формули:

$$M = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}; \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \bar{x})^2}{n-1}};$$

$$m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}; \quad t = \frac{\Delta}{m}.$$

Вирахувавши критерій довірчості різниці t та знаючи число дослідів n , за таблицею Стьюдента-Фішера знаходять величину F . Якщо F_{ϕ} , більше F заданого, вважають, що мета досягнута і вибіркова M статистично значуща. Такий спосіб дає змогу проводити дослідження і проводити їх математичну обробку результатів.

Нормування параметрів при переході від фізичного змісту до безрозмірних величин спрощує систему розрахунків. Записують експериментальні дані у вигляді (функціональної залежності $y=f(z_1, z_2, \dots, z_n)$). Ділять досліджувану область зміни параметра z на K частин

$$\Delta z_j = \frac{z_{j\max} - z_{j\min}}{K} \quad (A)$$

вводять відносні величини $x_j = \frac{z_j - z_{jH}}{\Delta z_j}$, де $z_{j\min} \leq z_{jH} \leq z_{j\max}$.

Якщо в досліді вважають однаково цікавою всю досліджувану ділянку параметра z_j і немає потреби виділяти конкретну величину z_j , то, як початкову z_{jH} , беруть середню точку $z_{jH} = \frac{z_{j\max} - z_{j\min}}{2}$.

Початковою цю середню величину називають тому, що від неї можна робити кроки у два боки і її приймають за умовний нуль.

Згідно з (A), x_j для z_{jH} дорівнює $x_j = \frac{z_{jH} - z_{jH}}{\Delta z_j} = 0$.

Отже, замість істинної величини z_j вводять її нормоване відхилення x_j , а залежність $y=f(z_1, z_2, \dots, z_n)$ замінюють виразом $y=f'(x_1, x_2, \dots, x_n)$.

Протилежний перехід до дійсних параметрів здійснюють після отримання коефіцієнтів залежності $y=f(x_1, x_2, \dots, x_n)$. Після перетворення $z_j = z_{jH} + x_j \Delta z_j$.

У дослідях параметри найкраще змінювати цілими кроками ($x_j = \pm 1; \pm 2; \pm 3$), що відповідає дійсній зміні параметрів

$$z_{j1} = z_{jH} + \Delta z_j; \quad z_{j(-2)} = z_{jH} - 2\Delta z_j.$$

У процесі досліджень зустрічаються ознаки з різною мінливістю. Ступінь мінливості ознак характеризується варіюванням. Коефіцієнт варіації (V) виражають у відсотках. Він показує відношення стандартного відхилення S до середньої арифметичної (\bar{x})

$$V = \frac{S}{\bar{x}} \cdot 100.$$

Варіювання вважають незначним, якщо коефіцієнт варіації перебуває в межах до 10%, середнім – в межах 10-20%, значним – понад 20%.

Похибку коефіцієнта варіації обчислюють за формулою $S_v = \frac{V}{\sqrt{2n}}$.

Величина коефіцієнта похибки має ті самі одиниці, що й

досліджуваний показник.

Похибка вибіркового спостереження. Вибірку характеризують \bar{X} і S . Параметри і їх оцінка, як правило, не співпадають. Це пов'язано з похибками методу відбору вибірки і похибками під час вимірювання досліджуваної ознаки.

Похибку вибіркової середньої ($S_{\bar{X}}$) обчислюють за формулою $S_{\bar{X}} = \sqrt{\frac{\sum(X - \bar{X})^2}{n(n-1)}}$, а похибка вибіркової середньої арифметичної за великого числа спостережень ($n > 30$) обчислюють за формулою

$$S_{\bar{X}} = \sqrt{\frac{\sum(X - \bar{X})^2}{n}}$$

Стандартна похибка є показником найбільшої вірогідної середньої похибки окремого одиничного спостереження, взятого з даної сукупності. Його називають основним відхиленням варіаційного ряду. Похибку стандартного відхилення обчислюють за формулою

$$S_s = \frac{S_{\bar{X}}}{\sqrt{2n}}$$

Співставлення середньої арифметичної зі своєю похибкою дає певну уяву про *точність* визначення. Важче зробити висновок про ступінь наближення \bar{X} до M , якщо середні відрізняються одна від одної, або коли порівнюють різнорозмірні величини. Ці труднощі частково вирішуються під час визначення похибки середньої арифметичної або показника, який називають «точністю досліджу». Обчислюють точність досліджу ($S_{\bar{X}}$) не для окремих середніх, а для досліджу в цілому. Дослід вважають достатньо точним, коли ($S_{\bar{X}}$) менша 2%, добрим – 2-3%, задовільним – 3-5%. Часто досліджу, які мають відносно більшу похибку, дають більш цінні результати для науки й особливо практики, ніж ті, що характеризуються високою точністю.

Довірчий інтервал для генеральної середньої величини. За величиною відомих вибірових характеристик можна знайти інтервал, в якому з тою чи іншою ймовірністю знаходиться генеральний параметр. Рівень ймовірності (P) визначають за формулою $P = n/N$, де n - кількість випадків; N - кількість усіх можливих випадків. Події, ймовірність яких становить $> 1/2$, є ймовірними, а менше $1/2$ - малоймовірними. Ймовірність, яка дорівнює 1, називається

достовірна. Ймовірність означає, на скільки справедливе твердження, на підставі якого можна очікувати будь-яку подію. Вона вказує на можливість подій, але не вказує, наступила ця подія чи ні. Ймовірність часто порівнюють з вірогідністю, однак вірогідність будь-якої події означає обов'язкове її здійснення. Ймовірність, яка визнана достатньою для даного судження про генеральні параметри на основі відомих вибірових показників, називають довірчою. Малоімовірні події вважають практично неможливими, а події, ймовірність яких близька до одиниці, вважають вірогідними. Вибір тієї чи іншої межі довірчої ймовірності дослідник здійснює, виходячи з відповідальності за висновки.

У процесі проведення екологічних досліджень мінливості під впливом зовнішніх умов можуть бути випадковими або не випадковими. Невипадкові мінливості виходять за межі можливих відхилень вибірових спостережень. Ці обставини дають змогу кожний раз визначити вірогідність появи як випадкових, так і не випадкових подій.

Величину $1-P$ називають *рівнем суттєвості*, або рівнем значущості. Вона вказує на ймовірність, з якою гіпотеза, що перевіряють, може дати похибки результатів. У масових дослідженнях достатнім рівнем значущості вважають 0,05, або 5%-й рівень, у більш точних дослідженнях – 0,01, або 1%-й рівень.

У масових дослідках достатнім рівнем вірогідності є $P=0,95$. За такого рівня вірогідність вважається достатнім підтвердженням суттєвості висновків у 95 випадків із 100. Вірогідності, які вважаються достатніми для оцінки результатів дослідів, називають *довірчими*. Звичайно, як довірчі вірогідності використовують $P_1=0,95$; $P_2=0,99$ і $P_3=0,999$. Це означає, що під час оцінки генеральних параметрів за відовими вибіровими показниками існує ризик помилитися у першому випадку один раз на 20 випробувань, у другому – один раз на 100 випробувань і в третьому – один раз на 1000 випробувань.

Довірчим вірогідностям відповідають такі нормовані відхилення: $P_1=0,95$ відповідає $t_1 = 1,96$; $P_2=0,99$ відповідає $t_2=2,58$; $P_3=0,999$ відповідає $t_3=3,29$.

Для великого числа вибірок t -розподіл середньої арифметичної

записують у такому вигляді: $-t \leq \frac{\bar{x} - M}{S_{\bar{x}}} \leq t$.

Звідси генеральна середня M знаходиться в інтервалі $\bar{x} - t_{\alpha} \leq M \leq +t_{\alpha}$.

Величини \bar{x} і $S_{\bar{x}}$ визначають за вибіркою, а t залежить лише від однієї з трьох значень довірчої вірогідності 0,95; 0,99; 0,999 і набуває величини 1,95; 2,58; 3,29.

У практиці досліджень вважають за доцільне використовувати ймовірність 0,95-95% і 0,99-99%, якій відповідають 0,05-5%-й і 0,01-1%-й рівень значущості. Ці вірогідності називають довірчими. Тому за вірогідності 0,95-95% можливість зробити похибку становить 0,05-5% або один шанс на 20; за вірогідності 0,99-99% – відповідно 0,01-1% або один шанс на 100. Вірогідність 0,95-95% і рівень значущості 0,05-5% вважають цілком об'єктивним у дослідженнях.

Під час аналізу вибірок не можна застосовувати закон великих чисел. У таких випадках використовують *t-розподіл Стьюдента*. Критерій Стьюдента придатний для парних порівнянь. Він дає змогу порівнювати дві середні арифметичні, два коефіцієнти кореляції.

Методи статистики дають змогу визначити межі, у яких знаходиться величина M , тобто довірчий інтервал для середньої генеральної сукупності. Різниця між вибірковою і генеральною середньою може бути будь-якою величиною. Межі розходження між M і \bar{x} обмежені і визначаються з одного боку ступенем варіювання експериментальних даних, а з іншого рівнем вірогідності, з якою визначають довірчий інтервал.

Залежність між \bar{x} і M можна записати так:

$$t = \frac{\bar{x} - M}{\frac{S}{\sqrt{n}}} = \frac{\bar{x} - M}{S_{\bar{x}}},$$

де $\bar{x} - M$ – відхилення вибіркової від середньої генеральної сукупності M ; $\frac{S}{\sqrt{n}} = S_{\bar{x}}$ (величину t вимірюють відхиленням вибіркової середньої \bar{x} від середньої генеральної сукупності M , вираженої як частка похибки вибірки $S_{\bar{x}}$, прийнятої за одиницю). Величина t дає змогу визначити інтервал середньої генеральної сукупності M і перевірити

ту чи іншу гіпотезу щодо генеральної сукупності. При цьому знати показники генеральної сукупності M і σ не обов'язково, достатньо мати їх оцінки \bar{x} і S для обсягу вибірки n . Після перетворень наведеної вище формули $M = \bar{x} - t \cdot S\bar{x}$.

Довірчий інтервал передньої генеральної сукупності визначають за допомогою рівняння $\bar{x} - t \cdot S\bar{x} \leq M \leq \bar{x} + t \cdot S\bar{x}$.

Спрощену формулу записують так: $\bar{x} \pm tS\bar{x}$, де $tS\bar{x}$ – гранична похибка вибіркової середньої за даного числа ступенів свободи і прийнятого рівня значущості. Значення t знаходять за таблицею Стьюдента для різних рівнів значущості (табл. 5.8).

Граничні точки інтервалу – початок $\bar{x} - tS\bar{x}$ і кінець $\bar{x} + tS\bar{x}$ – називають довірчими границями. Математично довірчий інтервал для генеральної середньої записують так:

$$\bar{x} - t_{05} \cdot S\bar{x} \leq M \leq \bar{x} + t_{05} \cdot S\bar{x} \quad \text{або} \quad \bar{x} \pm t_{05} \cdot S\bar{x},$$

де $t_{05} \cdot S\bar{x}$ – гранична похибка вибіркової середньої за даного числа ступенів свободи і прийнятого рівня значущості.

Величина, яка показує межу граничних випадкових відхилень, називається найменшою істотною різницею. Її скорочено позначають НІР і визначають за формулою:

$$HIP = tS_d,$$

де S_d – похибка різниці середніх. НІР величина, яка вказує межу можливого випадкового відхилення у досліді за прийнятого числа ступенів свободи і рівня значущості. Якщо різниця між середніми $d > HIP$, то вона вважається істотною, H_0 відкидається; $d < HIP$ не істотна і H_0 не відкидається.

НІР величина, яка показує межу граничним випадковим відхиленням. Довірчий інтервал для різниці генеральних середніх визначають за співвідношенням

$$d - HIP < D < d + HIP \quad \text{або} \quad d \pm HIP.$$

Під час порівняння середніх величин мають на увазі два випадки: 1) порівняння середніх двох незалежних вибірок, коли одиниці спостережень першої вибірки не зв'язані будь-якою загальною умовою з одиницями спостережень іншої вибірки; 2) порівняння двох вибірок, в яких одиниці спостережень першої вибірки пов'язані будь-якою загальною умовою з одним із

спостережень іншої вибірки.

Таблиця 5.8 – Значення критерію t
на 5, 1 і 0,1 %-у рівні значущості

Число ступенів свободи	Рівень значущості		
	0,05	0,01	0,001
1	12,71	63,66	-
2	4,30	9,93	31,60
3	3,18	5,84	12,94
4	2,78	4,60	8,61
5	2,57	4,03	6,86
6	2,45	3,71	5,96
7	2,37	3,50	5,41
8	2,31	3,36	5,04
9	2,26	3,25	4,78
10	2,23	3,17	4,59
11	2,20	3,11	4,44
12	2,18	3,06	4,32
13	2,16	3,01	4,22
14	2,15	2,98	4,14
15	2,13	2,95	4,07
16	2,12	2,92	4,02
17	2,11	2,90	3,97
18	2,10	2,88	3,92
19	2,09	2,86	3,88
20	2,09	2,85	3,86
21	2,08	2,83	3,82
22	2,07	2,82	3,79
23	2,07	2,81	3,77
24	2,06	2,80	3,75
25	2,06	2,79	3,73
26	2,06	2,78	3,71
27	2,05	2,77	3,69
28	2,05	2,76	3,67
29	2,05	2,76	3,66
30	2,04	2,75	3,66
50	2,01	2,68	3,50
100	1,98	2,63	3,39
	1,96	2,58	3,29

Оцінка суттєвості різниці вибірових середніх за t-критерієм.

У першому випадку за критерієм Стюдента оцінюють істотність різниці середніх, у другому – істотність середньої різниці.

1. Оцінка різниці середніх незалежних вибірок. Похибка різниці або суми середніх арифметичних незалежних вибірок за однакового числа спостережень $n_1 = n_2$ визначають за формулою

$$Sd = \sqrt{S_{\bar{x}_1}^2 + S_{\bar{x}_2}^2},$$

де Sd - похибка різниці або суми; $S_{\bar{x}_1}$ і $S_{\bar{x}_2}$ - похибки порівнюваних середніх арифметичних \bar{x}_1 і \bar{x}_2 .

Гарантією надійності висновку про істотність або неістотність різниць між \bar{x}_1 і \bar{x}_2 є відношення їх різниці до її похибки. Це відношення називають *критерієм істотної різниці* $t = \frac{x_1 - x_2}{\sqrt{S_{\bar{x}_1}^2 + S_{\bar{x}_2}^2}}$.

Якщо $t_{\text{факт}} \geq t_{\text{теор}}$, нульову гіпотезу про відсутність істотних різниць між середніми відкидають, а якщо $t_{\text{факт}} < t_{\text{теор}}$, різницю знаходять у межах випадкових відхилень для прийнятого рівня значущості.

2. Оцінка різниць між дисперсіями за критерієм F. Критерій F введений у статистику англійським ученим Р.Фішером для перевірки різниці дисперсій, являє собою відношення дисперсій Sv (варіантів) до S (похибки)

$$F = \frac{S^2v}{S^2}.$$

У зв'язку з тим, що в усіх випадках чисельником є більша з порівнювальних дисперсій, критерій F дорівнює одиниці або наближається до неї за рівності дисперсій $F=1$, зі збільшенням розходження між ними величина F збільшується.

Фактичне значення F порівнюють з табличним (табл. 5.9) з урахуванням для кожної дисперсії числа ступенів свободи $(n-1)$ і прийнятого рівня значущості. Таблиці критерію F показують розподіл відношень S_1^2/S_2^2 у нескінченній кількості випадкових вибірок з генеральної сукупності. Якщо $F_{\text{факт}} \geq F_{\text{теор}}$, то між порівняльними дисперсіями різниці істотні вірогідні, коли $F_{\text{факт}} < F_{\text{теор}}$ – різниця між середніми арифметичними не істотна, вірогідність різниць між середніми відсутня.

Таблиця 5.9 — Значення критерія F на 1%-ному рівні значущості (ймовірність 99 %)

Ступені свободи для меншої дисперсії (знаменника)	Ступені свободи для більшої дисперсії (чисельника)													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	24	50	100
1	4052	4999	5403	5625	5764	5889	5928	5981	6022	6056	6106	6234	6302	6334
2	98,49	99,01	99,17	99,25	99,30	99,33	99,34	99,36	99,38	99,40	99,42	99,46	99,48	99,49
3	34,12	30,81	29,46	28,71	28,24	27,91	27,67	27,49	27,34	27,23	27,05	26,60	26,35	26,23
4	21,20	18,00	16,69	15,98	15,52	15,21	14,98	14,80	14,66	14,54	14,37	13,93	13,69	13,57
5	16,26	13,27	12,06	11,39	10,97	10,67	10,45	10,27	10,15	10,05	9,80	9,47	9,24	9,13
6	13,74	10,92	9,78	9,15	8,75	8,47	8,26	8,10	7,98	7,87	7,72	7,31	7,09	6,99
7	12,25	9,55	8,45	7,85	7,46	7,19	7,00	6,84	6,71	6,62	6,47	6,07	5,85	5,75
8	11,26	8,65	7,59	7,01	6,63	6,37	6,19	6,03	5,91	5,82	5,67	5,28	5,06	4,96
9	10,36	8,02	6,99	6,42	6,06	5,80	5,62	5,47	5,35	5,26	5,11	4,73	4,51	4,41
10	10,04	7,56	6,55	5,99	5,64	5,39	5,21	5,06	4,95	4,85	4,71	4,33	4,12	4,01
11	9,85	7,20	6,22	5,67	5,32	5,07	4,88	4,74	4,63	4,54	4,40	4,02	3,80	3,70
12	9,33	6,93	5,95	5,41	5,06	4,82	4,65	4,50	4,39	4,30	4,16	3,78	3,56	3,46
13	9,07	6,70	5,74	5,20	4,86	4,62	4,44	4,30	4,19	4,10	3,96	3,59	3,37	3,27
14	8,86	6,51	5,56	5,03	4,69	4,46	4,28	4,14	4,00	3,89	3,80	3,43	3,21	3,11
15	8,68	6,36	5,42	4,89	4,56	4,32	4,14	4,00	3,89	3,80	3,67	3,29	3,07	2,97
16	8,53	6,23	5,29	4,77	4,44	4,20	3,89	3,78	3,69	3,61	3,45	3,18	2,96	2,86
17	8,40	6,11	5,18	4,67	4,34	4,10	3,93	3,79	3,68	3,59	3,45	3,08	2,86	2,76
18	8,28	6,01	5,09	4,58	4,25	4,01	3,85	3,71	3,60	3,51	3,37	3,00	2,78	2,68
19	8,18	5,93	5,01	4,50	4,17	3,94	3,77	3,68	3,52	3,43	3,30	2,92	2,70	2,63
20	8,10	5,85	4,94	4,43	4,10	3,87	3,71	3,56	3,45	3,37	3,23	2,86	2,63	2,53
21	8,02	5,78	4,87	4,37	4,04	3,81	3,65	3,51	3,40	3,31	3,17	2,80	2,58	2,47
22	7,94	5,72	4,82	4,31	3,99	3,76	3,59	3,45	3,35	3,26	3,12	2,75	2,53	2,42
23	7,88	5,66	4,76	4,26	3,94	3,71	3,54	3,41	3,30	3,21	3,07	2,70	2,48	2,37
24	7,82	5,61	4,72	4,22	3,90	3,67	3,50	3,36	3,25	3,17	3,03	2,66	2,44	2,33
25	7,77	5,57	4,68	4,18	3,86	3,63	3,46	3,32	3,21	3,13	2,99	2,62	2,40	2,29
26	7,72	5,53	4,64	4,14	3,82	3,59	3,42	3,29	3,17	3,09	2,96	2,58	2,36	2,25
28	7,64	5,45	4,57	4,07	3,76	3,53	3,36	3,23	3,11	3,03	2,90	2,52	2,30	2,18
30	7,56	5,39	4,51	4,02	3,70	3,47	3,30	3,17	3,06	2,98	2,84	2,47	2,24	2,13
40	7,31	5,18	4,31	3,83	3,51	3,29	3,12	2,99	2,88	2,80	2,66	2,29	2,05	1,94
50	7,17	5,06	4,20	3,72	3,41	3,18	3,02	2,88	2,78	2,70	2,56	2,18	1,94	1,81
100	6,90	4,82	3,98	3,51	3,20	2,99	2,82	2,69	2,59	2,51	2,36	1,98	1,73	1,59

5.12. Підготовка даних для статистичного аналізу

У період підготовки даних до статистичного аналізу проводять попередню їх обробку. Для отримання достатньо точних даних необхідно, щоб дослідні дані мали три значущі цифри.

Під час аналізу малих вибірок зустрічаються окремі значення варіюючої ознаки, які різко відрізняються від інших і викликають сумніви щодо належності їх до даної вибірки. Бракування сумнівних даних (дат) допускається за умови статистичного обґрунтування того, що відхилення, отримане в умовах, різко відмінних від умов проведення досліджень інших варіантів, що умови не суперечать меті досліджу або є результатом грубої похибки. Бракування сумнівних даних (дат) можливе за проведення досліджу не менш як у чотириразовій повторності і $x_1 \neq x_2$, а $x_{n-1} \neq x_n$.

Гіпотезу про належність сумнівних дат до даної сукупності у малих вибірках перевіряють за критерієм τ (табл. 5.10).

Таблиця 5.10 — Критичне значення критерію τ для 5%-го і 1%-го рівнів значущості

n	τ		n	τ	
	0,01	0,05		0,01	0,05
4	0,991	0,955	14	0,502	0,395
5	0,916	0,807	16	0,372	0,369
6	0,805	0,689	18	0,449	0,349
7	0,740	0,610	20	0,430	0,334
8	0,683	0,554	22	0,414	0,320
9	0,635	0,512	24	0,400	0,309
10	0,597	0,477	26	0,389	0,299
11	0,566	0,450	28	0,378	0,291
12	0,541	0,428	30	0,369	0,283

Критерій τ є відношенням різниці між сумнівною датою (x) і сусідньою з нею датою (x_n) до розмаху варіювання з урахуванням 5%-го або 1%-го рівня значущості.

Критерій τ розраховують за формулою:

$$\text{для } x_1: \quad \tau_1 = \frac{x_2 - x_1}{x_{n-1} - x_1};$$

$$\text{для } x_n: \quad \tau_* = \frac{x_n - x_{n-1}}{x_n - x_{n-2}}$$

Для розрахунку фактичного значення критерію τ варіанти розташовують у порядку збільшення $x_1, x_2, \dots, x_{n-1}, x_n$. Сумнівними звичайно бувають один або два крайні члени ряду, тобто x_1 і x_n , не викликають сумніву близькі до них варіанти x_2 і x_{n-1} . Із ними порівнюють x_1 і x_n . У наведених вище формулах різниці $x_{n-1} - x_1$ і $x_n - x_{n-2}$ характеризують розмах варіювання варіаційного ряду без крайніх значень, які викликають сумніви. Якщо $\tau_{\text{факт}} \geq \tau_{\text{теор}}$, то варіанта відкидається, якщо $\tau_{\text{факт}} < \tau_{\text{теор}}$, то варіанта залишається і нульову гіпотезу про належність її до даної сукупності не відкидають.

Відновлення дат, які випали. Встановивши причини випадання дат (x), їх відновлюють за формулою:

$$x = \frac{LV + np - \sum x}{(L-1)(n-1)},$$

де L – число варіантів; V – сума дат у варіанті, який випав; n – число повторень; p – сума дат у повторенні, де є випадання; $\sum x$ – сума дат у усьому досліді, за винятком дати, що випала.

Оброблені дані записують у таблиці і вибирають метод статистичного аналізу та комп'ютерну програму.

5.12.1. Дисперсійний аналіз

Під час планування досліджень, обробки й аналізу їх результатів застосовують дисперсійний аналіз. Слово «дисперсія» означає розсіювання даних досліді і розчленування загального варіювання результатів досліджень на складові. Основою дисперсійного аналізу є співвідношення двох дисперсій (дисперсії варіантів S_v^2 і дисперсії похибки S^2), яке дає критерій F (критерій Фішера) і дозволяє мати оцінку вірогідності різниць між середніми арифметичними або загальну оцінку вірогідності досліді.

Дисперсійний аналіз дає змогу виявити сумарну дію факторів, дію кожного фактора окремо, їх взаємодію, дати правильну оцінку похибки експерименту. Він дозволяє оцінити методику і результати досліді в цілому, встановити різницю між варіантами і результатами дослідження у повтореннях.

За допомогою дисперсійного аналізу отримують:

- 1) дані, які характеризують загальне розсіювання або дисперсію;
- 2) факторіальну дисперсію;
- 3) залишкову дисперсію, яка пов'язана з невідомими експериментатору випадковими неорганізованими у даному експерименті факторами.

Дисперсійний аналіз дає можливість розділити загальне варіювання експериментальних даних на складові: дію варіантів (C_v), повторень (C_p) і випадкових (основних) або залишкових варіювань (C_z).

Метою дисперсійного аналізу є розкладання загальної суми квадратів відхилень загального числа ступенів свободи на частини – компоненти, які відповідають структурі експерименту і оцінці значущості дії та взаємодії досліджуваних факторів за F -критерієм. Суму квадратів розкладають на три частини: варіювання повторень C_p , варіантів C_v і випадкове C_z . Загальну мінливість і загальне число ступенів свободи записують як:

$$C_y = C_p + C_v + C_z;$$

$$(N-1) = (n-1) + (L-1) + (n-1)(L-1).$$

При проведенні дисперсійного аналізу результатів досліджу з L -варіантами, які розташовані рендомізовано, і n -повтореннями послідовно вираховують суми за повторенням P і варіантам V , загальну суму всіх спостережень $N=Ln$, коригуючий фактор (поправка) $C_v = (\sum x)^2 : N$, загальну суму квадратів $C_y = \sum x^2 - C$, суму квадратів для повторень $C_p = \sum P^2 : L - C$, суму квадратів для варіантів $C_v = \sum V^2 : n - C$, суму квадратів для похибки (залишок) $C_z = C_y - C_p - C_v$. Суму квадратів C_v і C_z ділять на відповідні їм ступені свободи, внаслідок чого отримують два середніх квадрати (дисперсії) варіантів:

$$S_v^2 = \frac{C_v}{L-n};$$

похибки:
$$S^2 = \frac{C_z}{(n-1)(L-1)}.$$

Після цього складають таблицю дисперсійного аналізу (табл. 5.11).

$C = (\sum x)^2 : N$ або $C = \bar{x} \sum x$ - коригуючий фактор (поправка).

Таблиця 5.11 — Таблиця дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	F _{факт}	F _{теор}
Загальна C _y	$\Sigma x^2 - C$	N-1	-	-	-
Варіантів C _v	$\Sigma V^2 \cdot n - C$	L-1	S ² V	S _v ² :S ²	За таблицею
Залишок C _z (похибки)	C _y -C _v	N-1	S ²	-	-

Оцінку значущості досліджуваних факторів проводять порівнянням дисперсії варіантів S_v^2 з дисперсією похибки S за критерієм $F = S_v^2 / S^2$. Якщо $F_{\text{факт}} = S_v^2 / S^2 < F_{\text{теор}}$, то нульова гіпотеза $H_0: d=0$ не відкидається. Між усіма вибірковими середніми немає істотних різниць. Нульова гіпотеза відкидається, якщо $F_{\text{факт}} = S_v^2 / S^2 \geq F_{\text{теор}}$. НІР обчислюють з урахуванням рівня значущості. Комп'ютерні програми полегшують і прискорюють проведення статистичної обробки результатів досліджень.

Обробка аналітичних даних. Для обробки аналітичних даних відбирають зразки не менше, як у чотириразовій повторності з кожного варіанта. Визначають середнє арифметичне і середнє квадратичне відхилення: $\sigma = \frac{\sqrt{\Sigma a^2}}{n-1}$,

де a – величина відхилення від середнього, n – число аналізів; середня похибка аналізу $m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$; коефіцієнт варіації (%) $V = \frac{\sigma \cdot 100}{\bar{x}}$; точність аналізу (%) $S_x = \frac{m \cdot 100}{\bar{x}}$.

Визначення точності двох паралельних аналізів. Встановлюють довірчу ймовірність (0,95) і обчислюють статистичні характеристики (середній результат двох визначень, дисперсію, стандартне відхилення окремого результату, стандартне відхилення середнього результату), за таблицею Стьюдента-Фішера знаходять критерій Стьюдента (вірогідність 0,95, $K=n-1$, $t_{0,95}=12,7$); точність визначення (у відносних відсотках) $\frac{t_{0,95} \cdot S_x \cdot 100}{\bar{x}}$.

Порівняння результатів двох різних методів аналізу. Під час порівняння двох методів використовують таку схему розрахунку: наводять результати визначень x_{ij} і y_{ij} ($i=1,2,\dots,n$; $j=1,2,\dots,m$) двома різними методами, n зразків, кожний з яких проаналізовано m раз. За цими даними обчислюють за формулами (1-8) такі показники: середні результати аналізів \bar{x}_i (1); їх стандартні відхилення $S(\bar{x}_i)$ (2); умовні середні вмісту за методом (3); середні стандартні відхилення за методом (4), за умови однорідності дисперсій $S^2(x_i)$; різниці між повторювальними парами результатів (5); середню різницю вибірки (6); похибку середньої різниці (7); і отримане значення - критерію (8). Значимі розходження між методами оцінюють, порівнюючи $t_{\text{факт}}$ з табличним значенням T -критичної точки t -розподілу Стюдента за рівної значущості $\alpha=0,05$ і числі ступенів свободи $n-1$. Якщо $t_{\text{факт}} > T$ розходження між аналізами вважають значущими. Аналогічно співставляють стандартні відхилення, які характеризують збіг результатів методів, за значеннями F -критерію (9), яке порівнюють з табличним значенням критичної точки F -розподілу Фішера (рівень значущості=0,95).

$$\bar{x}_i = \frac{1}{m} \sum x_{ij} \quad (1); \quad S(\bar{x}_i) = \sqrt{\frac{1}{m-1} \sum (x_{ij} - \bar{x}_i)^2} \quad (2);$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum x_i \quad (3); \quad S(x) = \sqrt{\frac{1}{n} \sum S^2(x_i)} \quad (4);$$

$$d_i = \bar{x}_i - \bar{y}_i \quad (5); \quad \bar{d} = \frac{1}{n} \sum d_i = \bar{x} - \bar{y} \quad (6);$$

$$S(d) = \sqrt{\frac{1}{n(m-1)} \sum (d_i - \bar{d})^2} \quad (7); \quad t_{\text{факт}} = \frac{\bar{d}}{S(d)} \quad (8);$$

$$F_{\phi} = \frac{S^2(x)}{S^2(y)}, \quad \text{ЯКЩО } S(x) \geq S(y)$$

$$F_{\phi} = \frac{S^2(y)}{S^2(x)}, \quad \text{ЯКЩО } S(x) < S(y) \quad (9);$$

$$t_i = (x_i - y_i) \sqrt{\frac{m}{S^2(x) + S^2(y)}} \quad (10).$$

5.12.2. Кореляція

Вивчення живих організмів вимагає встановлення функціональних залежностей, за яких кожному значенню однієї змінної (аргументу) відповідає одне конкретне значення іншої змінної (функції).

Частіше зустрічаються такі співвідношення між змінними, коли кожному значенню ознаки x відповідає не одне, а багато значень ознаки y , тобто їх розподілення. Такі зв'язки називаються *стохастичними (вірогіднісними)*, або *корелятивними*.

Часто зі зростанням однієї змінної збільшується інша або зі зростанням однієї відбувається зменшення іншої. Тому такий зв'язок називають прямою, або зворотною (негативною) кореляцією.

Дослідження кореляції зводиться до:

- 1) встановлення факту залежності змін однієї ознаки від зміни іншої і визначення форми зв'язку між ними;
- 2) знаходження тісноти зв'язку, тобто ступеня зв'язку між значеннями однієї та іншої ознаки.

Ступінь зв'язку виражають у вигляді абстрактного числа, яке за лінійної кореляції називають *коефіцієнтом кореляції*, а за криволінійної залежності – *кореляційним відношенням*.

При простій кореляції досліджують зв'язок між двома ознаками, при множинній кореляції на величину однієї результативної ознаки впливає кілька факторіальних. Кореляція між двома змінними незалежно від інших змінних, які варіюють одночасно з тими, що розглядаються, називається *простою, парною* або *загальною кореляцією*.

Кореляція між двома змінними, коли одне або більше число змінних утримується на постійному рівні, називається *частковою* кореляцією. У багатьох випадках не враховують, яка зі змінних є залежною. Незалежну змінну позначають x , а залежну – y . Для встановлення зв'язку треба встановити, як тісно пов'язані дві змінні, і чи встановлена залежність є дійсною або випадковою. Для встановлення ступеня (тісноти) зв'язку між двома змінними визначають коефіцієнт кореляції, який позначають символом r .

Повна назва коефіцієнта кореляції - *коефіцієнт лінійної регресії*. Ніщо у визначенні коефіцієнта кореляції не вказує або не має на увазі, що зв'язок між двома змінними є причинно-наслідковою залежністю. Коефіцієнт кореляції обчислюють за формулою:

$$r = \frac{\sum(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x - \bar{x})^2 \cdot \sum(y - \bar{y})^2}}$$

або

$$r = \frac{\sum xy - (\sum x \cdot \sum y) : n}{\sqrt{(\sum x^2 - (\sum x)^2 : n) \cdot (\sum y^2 - (\sum y)^2 : n)}}$$

Коефіцієнт кореляції змінюється від -1 до +1. При $r = \pm 1$ кореляція перетворюється на функціональну. Якщо $r = 0$, тоді це означає, що між x і y немає зв'язку, але криволінійна залежність може існувати.

При $r < 0,3$ зв'язок слабкий, $r = 0,3..0,7$ зв'язок середній, $r > 0,7$ - зв'язок сильний. Додатне значення (+) r вказує на пряму (позитивну), а від'ємне (-) на обернену (негативну) кореляцію. Низький коефіцієнт кореляції не завжди визначає відсутність зв'язку, у такому випадку може мати місце криволінійна залежність.

Для оцінки надійності коефіцієнта кореляції обчислюють його похибку і критерій суттєвості. Похибку коефіцієнта кореляції (S_r) визначають за формулою:

$$S_r = \sqrt{\frac{1 - r^2}{n - 2}}$$

де r - коефіцієнт кореляції; n - число вибірок (число пар, за якими обчислюють коефіцієнт кореляції).

Критерій суттєвості коефіцієнта кореляції розраховують за формулою:

$$t_r = \frac{r}{S_r}$$

Якщо $t_{r\text{факт}} \geq t_{r\text{теор}}$, то кореляційний зв'язок істотний, а якщо $t_{r\text{факт}} < t_{r\text{теор}}$ - не істотний (t - теоретичне беруть із таблиці Стьюдента для рівня вірогідності 95, або 99% і числі ступеня свободи $\nu = n - 2$).

Для малих вибірок у значеннях r , близьких до одиниці, розподіл коефіцієнтів кореляції вибірок значно відрізняється від нормального.

Тому для оцінки значущості коефіцієнта кореляції в генеральній сукупності і порівняння коефіцієнтів кореляції критерій Стьюдента стає ненадійним. Щоб вийти з такої ситуації, Р.Фішер запропонував перетворити r на величину z , яка розподілена нормально. Для переходу від r до z і в зворотньому напрямку використовують таблиці 5.12.

Стандартна похибка величини z дорівнює $S_z = 1/\sqrt{n-3}$, де n - обсяг вибірки. Критерій значущості для z і різниці $z_1 - z_2$, а також довірчі границі величини z визначають за відношеннями:

$$t_z = \frac{z}{S_z}; \quad t_{z_1 - z_2} = \frac{z_1 - z_2}{\sqrt{S^2_{z_1} + S^2_{z_2}}}; \quad z = \pm S_z.$$

Після визначення довірчих меж зворотним перетворенням за таблицею знаходять відповідні z_{\max} і z_{\min} , величини r_{\max} і r_{\min} (табл. 5.13).

Таблиця 5.12 — Співвідношення між величинами r і z .

Десяті частки	Соті частки									
	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
	Значення z									
0,0	0,000	0,010	0,020	0,030	0,040	0,050	0,060	0,070	0,080	0,090
0,1	0,100	0,110	0,121	0,131	0,141	0,151	0,161	0,172	0,182	0,192
0,2	0,203	0,213	0,224	0,234	0,245	0,255	0,266	0,277	0,288	0,299
0,3	0,309	0,321	0,332	0,343	0,354	0,365	0,377	0,388	0,400	0,412
0,4	0,424	0,436	0,448	0,460	0,472	0,485	0,498	0,510	0,523	0,536
0,5	0,549	0,563	0,576	0,590	0,604	0,618	0,633	0,648	0,663	0,678
0,6	0,693	0,709	0,725	0,741	0,758	0,776	0,793	0,811	0,829	0,848
0,7	0,867	0,887	0,908	0,929	0,951	0,973	0,996	1,020	1,045	1,071
0,8	1,099	1,127	1,157	1,188	1,221	1,256	1,293	1,333	1,376	1,422
0,9	1,472	1,527	1,589	1,653	1,773	1,832	1,946	2,092	2,298	2,647

Перевірити нульову гіпотезу $H_0: r=0$ можна без розрахунків критерію, а безпосередньо за табл. 5.8. У ній наведені граничні значення коефіцієнтів кореляції на 5%-ому і 1 %-ому рівні значущості. Між x і y існує суттєвий зв'язок і H_0 не відкидають, якщо $r_{\text{факт.}} > r_{\text{теор.}}$. Нульова гіпотеза відкидається тоді, коли $r_{\text{факт.}} < r_{\text{теор.}}$ Для доведення слабких зв'язків необхідно мати 40-100, середніх – 12-40 і сильних 6-12 пар спостережень.

Таблиця 5.13 — Критичні значення коефіцієнта кореляції на 5%-му і 1%-му рівнях значущості

Ступені свободи (n-2)	0,05	0,01	Ступені свободи (n-2)	0,05	0,01	Ступені свободи (n-2)	0,05	0,01
1	0,997	1,000	16	0,468	0,590	35	0,325	0,418
2	0,950	0,990	17	0,458	0,575	40	0,304	0,393
3	0,978	0,959	18	0,444	0,561	45	0,288	0,372
4	0,811	0,917	19	0,433	0,549	50	0,273	0,354
5	0,754	0,874	20	0,423	0,537	60	0,250	0,325
6	0,707	0,834	21	0,413	0,526	70	0,232	0,302
7	0,666	0,798	22	0,404	0,515	80	0,217	0,283
8	0,632	0,765	23	0,396	0,505	90	0,205	0,267
9	0,602	0,735	24	0,388	0,496	100	0,195	0,254
10	0,576	0,708	25	0,381	0,487	150	0,159	0,208
11	0,553	0,684	26	0,374	0,478	200	0,138	0,181
12	0,532	0,661	27	0,367	0,470	300	0,113	0,148
13	0,514	0,641	28	0,361	0,463	400	0,098	0,128
14	0,497	0,623	29	0,355	0,456	500	0,088	0,115
15	0,482	0,606	30	0,349	0,449	1000	0,062	0,081

Під *лінійною* (прямолінійною) кореляційною залежністю між двома ознаками x і y розуміють таку залежність, яка має лінійний характер і зображується рівнянням прямої лінії $y=a+vx$, де a - вільний член; v - коефіцієнт регресії. Це рівняння називають *рівнянням регресії* y на x . Відповідну йому пряму лінію називають *вибірковою лінією регресії* y на x .

При лінійній кореляції зі збільшенням середнього значення однієї ознаки збільшується середнє значення іншої. Така кореляція називається *прямою*; при оберненій кореляції зі збільшенням середнього значення однієї ознаки зменшується середнє значення іншої.

Криволінійна кореляція показує, що зі збільшенням значення однієї ознаки інша набуває значення, яке збільшується до певної величини, а потім зменшується або навпаки. Для криволінійного розподілу даних за допомогою логарифмічного або напівлогарифмічного перетворення може бути вибрана поліномінальна форма кривої $y=a+ax+cx^2+ax^3t...$

Під час розрахунку використовують стільки членів, скільки

потрібно для одержання задовільних даних.

Для визначення невідомих коефіцієнтів a, b, c, d та інших необхідно розв'язати систему рівнянь, які називають нормальними рівняннями:

$$\begin{aligned} an + b\Sigma x + c\Sigma x^2 + d\Sigma x^3 + \dots &= \Sigma y; \\ a\Sigma x + b\Sigma x^2 + c\Sigma x^3 + d\Sigma x^4 + \dots &= \Sigma xy; \\ a\Sigma x^2 + b\Sigma x^3 + c\Sigma x^4 + d\Sigma x^5 + \dots &= \Sigma x^2 y; \\ a\Sigma x^3 + b\Sigma x^4 + c\Sigma x^5 + d\Sigma x^6 + \dots &= \Sigma x^3 y. \end{aligned}$$

Число рівнянь і число членів лівої частини рівняння повинно дорівнювати числу необхідних коефіцієнтів або бути на одне більше, ніж ступінь рівняння регресії. Ступінь рівняння і криві мають певні назви (табл. 5.14).

Якщо відхилення експерименту від розрахункової кривої носить випадковий характер, то підбір кривої більшого ступеня втрачає значення; якщо відхилення мають систематичний характер або утворюють певні групи щодо знака, то розрахунок рівняння наступного порядку, як правило, є бажаним. Ступінь зв'язку у варіації двох величин більш точно вимірюється квадратом коефіцієнта кореляції (r^2). Він показує частку (%) тих змін, які у даній події залежать від досліджуваного фактора.

**Таблиця 5.14 — Назви ступенів, рівнянь і кривих
(Т. Литтл, Ф. Хилз)**

Ступінь	Назва рівнянь	Назва кривої
Перший	Лінійне	Пряма лінія
Другий	Квадратичне	Парабола
Третій	Кубічне	Кубічна парабола
Четвертий	Четвертого ступеня	Парабола четвертого ступеня
П'ятий	П'ятого ступеня	Парабола п'ятого ступеня

Коефіцієнт детермінації є прямим засобом відображення залежності однієї величини від іншої. У цьому випадку він має переваги перед коефіцієнтом кореляції. *Множинною* кореляцією називається об'єднана кореляція між залежною і всіма незалежними змінними. Квадрат коефіцієнта множинної кореляції R^2 називається *коефіцієнтом детермінації*.

5.12.3. Регресійний аналіз

Кореляційний і регресійний аналізи проводять для встановлення зв'язків і залежностей, виявлених дослідником у явищах. Вони дають змогу встановити функціональну і регресійну залежність. Регресія визначає кількісну зміну однієї змінної, яка припадає на одиницю змінної іншої. Коефіцієнт кореляції показує наявність, напрям і ступінь зв'язку у зміні ознак, але не дозволяє судити про кількісну зміну результативних ознак. Регресійний аналіз дає змогу визначити форму та формулу кореляційної залежності.

Під лінійною (прямолінійною) кореляційною залежністю між двома ознаками x і y розуміють таку залежність, яка має лінійний характер і зображується рівнянням прямої лінії $y=a+bx$, де a - вільний член; b - коефіцієнт регресії.

Це рівняння називається рівнянням регресії y на x . Відповідну йому пряму лінію називають вибірковою лінією регресії y на x .

Коефіцієнт регресії (b_{yx}) показує, в якому напрямі і на яку величину в середньому змінюється ознака y (функція) під час зміни ознаки x (аргументу) на одиницю виміру.

Коефіцієнт регресії (b) є величина розмірна. Розмірність її означає відношення розмірності функціональної ознаки, взятої як аргумент. Коефіцієнт регресії обчислюють за формулою:
$$b_{yx} = \frac{\sum(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sum(x - \bar{x})^2}$$
. Коефіцієнт регресії має знак коефіцієнта кореляції.

Критерій істотності коефіцієнта регресії обчислюють за формулою $t_b = b/S_b$.

Якщо визначено критерій істотності для коефіцієнта кореляції, то його величину можна використати для оцінки значущості коефіцієнта регресії ($t_b = t_r$).

Рівняння регресії дозволяє прогнозувати можливі значення залежної змінної на основі відомих величин аргументу. Зауважимо, що екстраполяція регресії за межі проведених дослідів може призвести до похибок.

5.12.4. Критерій χ^2 -квадрат (χ^2), або розподіл Пірсона

В екології та інших науках для оцінки якісних ознак необхідно визначати відповідність емпіричної сукупності теоретичним передумовам або гіпотезам, встановлювати, чи відхилення є

випадковим чи закономірним.

Критерій χ^2 використовують для оцінки двох або кількох вибірок, які мають дві або більше градації.

Аналіз якісних ознак зводиться до вирішення трьох основних завдань:

1) оцінки незалежності або зв'язку у розподілі об'єктів сукупності за градаціями досліджуваної ознаки;

2) оцінки згоди (відповідності) між фактичними і теоретично очікуваними результатами;

3) оцінки однорідності розподілу.

χ^2 – це сума квадратів відхилень емпіричних частот (f) від теоретичних (F), віднесених до теоретичних частот: $\chi^2 = \sum \frac{(f - F)^2}{F}$,

де f і F – відповідно фактичні і теоретичні частоти чисельності об'єктів вибірки. χ^2 має знак «+»; χ^2 будь-якого числа виражає лише вихідну величину, яка визначається даною формулою. Чим менше розходження між f і F , тобто чим ближче одна до одної фактичні і теоретичні чисельності, тим менша величина χ^2 .

Розходження f і F можуть бути спричинені випадковими факторами або можуть відображати реально існуюче розходження між фактичним і теоретичним розподілом. Для визначення випадкових або істотних розходжень, отриманих у досліді, значення χ^2 порівнюють з табличними даними (табл. 5.15).

Наведені у таблиці 5.15 значення відповідають системі випадкових розходжень між фактичними і теоретичними чисельностями. Якщо отримане у досліді значення χ^2 менше, ніж табличне, то нульова гіпотеза відповідності між двома рядами чисельності не відкидається на вибраному рівні вірогідності. І, навпаки, перевищення фактичного над табличним дає змогу визнати істотність різниці між фактичним і теоретичним розходженнями. За повного співпадіння фактичних і теоретичних величин $\chi^2 = 0$. Застосування χ^2 вимагає, щоб у формулу підставляли тільки частоти, а не величини, отримані вимірюванням, зважуванням і т.п. Під час перевірки гіпотези про відповідність емпіричного розподілу теоретичному розподілу бажано мати 50 варіантів у кожній теоретично розрахованій групі, в якій проводилось не менше як 5 спостережень.

Таблиця 5.15 — Значення критерію χ^2

Число ступенів свободи	Рівень значущості							
	0,99	0,95	0,75	0,50	0,25	0,10	0,05	0,01
1	0,10	0,45	1,32	2,71	3,84	6,63
2	0,02	0,10	0,58	1,39	2,77	4,61	5,99	9,21
3	0,11	0,35	1,21	2,37	4,11	6,25	7,81	11,34
4	0,30	0,71	1,92	3,36	5,39	7,78	9,49	13,28
5	0,55	1,15	2,67	4,35	6,63	9,24	11,07	15,09
6	0,87	1,64	3,45	5,35	7,84	10,64	12,59	16,81
7	1,24	2,17	4,25	6,35	9,04	12,02	14,07	18,48
8	1,65	2,73	5,07	7,34	10,22	13,36	15,51	20,09
9	2,09	3,33	5,90	8,34	11,39	14,68	16,92	21,67
10	2,56	3,94	6,74	9,34	12,55	15,99	18,31	23,21
11	3,05	4,57	7,58	10,34	13,70	17,28	19,68	24,72
12	3,57	5,23	8,44	11,34	14,85	18,55	21,03	26,22
13	4,11	5,89	9,30	12,34	15,98	19,81	22,36	27,69
14	4,66	6,57	10,17	13,34	17,12	21,06	23,68	29,14
15	5,23	7,26	11,04	14,34	18,25	22,31	25,00	30,58
16	5,81	7,96	11,91	15,34	19,37	23,54	26,30	32,00
17	6,41	8,67	12,79	16,34	20,49	24,77	27,59	33,41
18	7,01	9,39	13,68	17,34	21,60	25,99	28,87	34,81
19	7,63	10,12	14,56	18,34	22,72	27,20	30,14	39,19
20	8,26	10,85	15,45	19,34	23,83	28,41	31,41	37,57
21	8,90	11,59	16,34	20,34	24,93	29,62	32,67	38,93
22	9,54	12,34	17,24	21,34	26,04	30,81	33,92	40,29
23	10,20	13,09	18,14	22,34	27,14	32,01	35,17	41,64
24	10,85	13,85	19,04	23,34	28,24	33,20	36,42	42,98
25	11,52	14,61	19,94	24,34	29,34	34,33	37,65	44,31
26	12,20	15,38	20,84	25,34	30,43	35,56	38,89	45,64
27	12,88	16,15	21,75	26,34	31,53	36,74	40,11	46,93
28	13,56	16,93	22,66	27,34	32,62	37,92	41,34	48,28
28	14,26	17,71	23,57	28,34	33,71	39,09	42,56	49,59
30	14,95	18,49	24,48	29,34	34,80	40,26	43,77	50,89
40	22,16	26,51	33,66	39,34	45,62	51,80	55,76	63,69
50	29,71	34,76	42,94	49,34	56,33	63,17	67,50	76,15
60	37,48	43,19	52,29	59,33	66,98	74,40	79,08	88,38
70	45,44	51,74	61,70	69,33	77,58	85,53	90,53	100,42
80	53,54	60,39	71,14	79,33	88,13	96,58	101,88	112,33
90	61,75	69,13	80,62	89,33	98,64	107,56	112,14	124,12
100	70,06	77,93	90,13	99,33	109,14	118,50	124,34	135,81

5.12.5. Коваріаційний аналіз

Коваріаційний аналіз показує дисперсійний, кореляційний і регресійний аналізи. Його застосовують для вивчення варіювання двох незалежних змінних, з яких одна може бути залежною від іншої. Він дозволяє відкоригувати отримані дані у відповідності з тими, якими вони могли б бути, якби умови досліджу були однорідні. Тобто коваріаційний аналіз у деяких випадках дає змогу математично вирівняти неконтрольовані умови досліджу.

За Б.О. Доспеховим (1985), коваріаційний аналіз включає три основних етапи:

- 1) дисперсійний аналіз ряду x , y і добутку xy ;
- 2) розкладання залишкової дисперсії ряду y на суму квадратів відхилень від регресії y за x ;
- 3) приведення фактичних середніх ряду y до повної вирівняності умов експерименту по ряду відповідної змінної x .

Він вважає, що коваріаційний аналіз є розповсюдженням дисперсійного аналізу на випадок кількох змінних, а також кореляційного і регресійного аналізів на загальні схеми польових, вегетаційних і лабораторних експериментів. Його доцільно застосовувати у двох випадках: 1) якщо на результативну ознаку може помітно впливати різна дія початкового стану умов досліджу; 2) якщо на результативну ознаку у процесі проведення експерименту впливають незалежні від варіантів досліджу причини.

Контрольні питання та завдання для самостійної роботи

1. Дайте означення категорії “експеримент”. Яка мета експерименту?
2. Яка роль експерименту в науці і техніці? Які завдання висувуються до експериментальних досліджень?
3. У чому відмінність натурного і модельного експериментів?
4. Охарактеризуйте методи експериментальної інформатики.
5. Що означає поняття “багатофакторний експеримент”?
6. В якому вигляді представляють дані експерименту?

7. Назвіть основні етапи експерименту. Чим відрізняється активний експеримент від пасивного?
8. Що таке статичні і динамічні, а також прямі і непрямі вимірювання?
9. Які бувають засоби вимірювання?
10. Що таке абсолютна і відносна, а також систематична і випадкова похибки? Чим відрізняється похибка від помилки, промаху?
11. Які методи обробки експериментальної інформації Ви знаєте?
12. Що таке апроксимація, інтерполяція та екстраполяція?
13. Яким чином здійснюється аналіз та оформлення результатів експерименту?
14. Що таке “достовірність” отриманих результатів і як вона визначається?
15. Назвіть основні етапи аналізу стану компонентів навколишнього середовища.
16. Яких вимог слід дотримуватися при відборі проб? Які методи аналізу застосовують при дослідженні стану довкілля?
17. Поясніть сутність методу дисперсійного аналізу результатів експериментальних досліджень.
18. Поясніть сутність методу регресійного аналізу результатів експериментальних досліджень.
19. У чому полягає особливість кореляційного аналізу?
20. Які етапи включає в себе коваріаційний аналіз і в яких випадках доцільно його застосовувати?

Розділ VI

ОФОРМЛЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВОЇ РОБОТИ

Кожний науковець повинен прагнути до введення в науковий обіг результатів своїх досліджень, які оформляють не лише у вигляді курсової або дипломної робіт, кандидатської або докторської дисертацій чи автореферату дисертації. Вони узагальнюються також у рефератах, тезах доповідей, статтях, монографіях, методичних і практичних матеріалах, підручниках, навчальних посібниках та ін.

Для майбутнього вченого важливим є оволодіння технікою написання рефератів, наукових статей, монографій, тез доповідей і підготовки доповідей на конференції таким чином, щоб вони не лише відповідали вимогам жанру публікації (виступу), а й були відповідним чином сприйняті читачами і слухачами. Це висуває певні вимоги до логіки побудови доповіді чи статті, її форми, стилю і мови.

Оприлюднити результати свого дослідження – це зробити даний матеріал надбанням фахівців, які використовують інформацію у своїй науковій або практичній діяльності. Кінцевим результатом будь-якого дослідження є широке використання його положень у певній галузі науки чи практики. Слід запобігати як передчасному оприлюдненню результатів дослідження, так і затримкам з їх публікуванням.

6.1. Методика підготовки та оформлення публікації

Кожний дослідник прагне довести результати своєї праці до читача. Підготовка публікації – процес індивідуальний. Одні вважають за необхідне лише коротко описати хід дослідження і детально викласти кінцеві результати. Інші дослідники поступово вводять читача у свою творчу лабораторію, висвітлюють етап за етапом, докладно розкривають методи своєї роботи. Висвітлюючи весь дослідницький процес від творчого задуму до заключного його етапу, підбиваючи підсумки, формулюючи висновки і рекомендації, вчений розкриває складність творчих пошуків. При першому варіанті

викладу автор зважає на порівняно вузьке коло фахівців. Він користується ним при написанні монографії, статті. Другий варіант використовується при написанні дисертації. Він дає змогу краще оцінити здібності науковця до самостійної науково-дослідницької роботи, глибину його знань та ерудицію.

Суттєвою допомогою в підготовці публікації стане володіння дослідником певною сумою методичних прийомів викладу наукового матеріалу.

Використовують такі методичні прийоми викладу наукового матеріалу:

1. Послідовний;
2. Цілісний (з наступною обробкою кожної частини, розділу);
3. Вибірковий (частини, розділи пишуться окремо в будь-якій послідовності).

Залежно від способу викладу різним буде темп і кінцевий результат.

Послідовний виклад матеріалу логічно зумовлює схему підготовки публікації: формулювання задуму і складання попереднього плану; відбір і підготовку матеріалів; групування матеріалів; редагування рукопису. Перевага цього способу полягає в тому, що виклад інформації здійснюється в логічній послідовності, що виключає повтори та пропуски.

Його недоліком є нераціональне використання часу. Доки автор не закінчив повністю черговий розділ, він не може перейти до наступного.

Цілісний спосіб – це написання всієї праці в чорновому варіанті, а потім обробка її в частинах і деталях, внесення доповнень і виправлень. Його перевага полягає в тому, що майже вдвічі економиться час при підготовці білового варіанта рукопису. Разом із тим є небезпека порушення послідовності викладу матеріалу.

Вибірковий виклад матеріалу часто використовується дослідниками. В міру готовності матеріалу над ним працюють у будь-якій зручній послідовності. Необхідно кожний розділ доводити до кінцевого результату, щоб при підготовці всієї праці її частини були

майже готові до опублікування.

Кожен дослідник вибирає для себе найпридатніший спосіб для перетворення так званого чорнового варіанта рукопису в проміжний або біловий (остаточний).

У процесі написання наукової праці умовно виділяють такі етапи: формулювання задуму і складання попереднього плану; відбір і підготовка матеріалів; групування матеріалів; опрацювання рукопису.

Формулювання задуму здійснюється на першому етапі. Слід чітко визначити мету даної роботи; на яке коло читачів вона розрахована; які матеріали в ній подавати; яка повнота і ґрунтовність викладу передбачається; теоретичне чи практичне спрямування; які ілюстративні матеріали необхідні для розкриття її змісту. Визначається назва праці, яку потім можна коригувати.

На етапі формулювання задуму бажано скласти попередній план роботи. Інколи необхідно скласти план-проспект, який вимагають видавництва разом із замовленням на видання. План-проспект відбиває задум праці і відтворює структуру майбутньої публікації.

Відбір і підготовка матеріалів пов'язані з ретельним добором вихідного матеріалу: скорочення до бажаного обсягу, доповнення необхідною інформацією, об'єднання розрізнених даних, уточнення таблиць, схем, графіків. Підготовка матеріалів може здійснюватися в будь-якій послідовності, окремими частинами, без ретельного стилістичного відпрацювання. Головне – підготувати матеріали в повному обсязі для наступних етапів роботи над рукописом.

Групування матеріалу – вибирається варіант його послідовного розміщення згідно з планом роботи.

Значно полегшує цей процес персональний комп'ютер. Набраний у текстовому редакторі твір можна необхідним чином структурувати. З'являється можливість побачити кожен з частин роботи і всю її в цілому; простежити розвиток основних положень; домогтися правильної послідовності викладу; визначити, які частини роботи потребують доповнення або скорочення. При цьому всі матеріали поступово розміщують у належному порядку, відповідно до задуму. Якщо ж комп'ютера немає, то рекомендується кожний розділ

(підрозділ) писати на окремих аркушах або картках з однієї сторони, щоб потім їх можна було розрізати і розмістити в певній послідовності.

Паралельно з групуванням матеріалу визначається рубрикація праці, тобто поділ її на логічно підпорядковані елементи – частини, розділи, підрозділи, пункти. Правильність формулювань і відповідність назв рубрик можна перевірити на комп'ютері. За інших умов це можна зробити через написання заголовків на окремих смугах паперу. Спочатку вони розкладаються в певній послідовності, а потім приклеюються до відповідних матеріалів.

Результатом цього етапу є логічне поєднання частин рукопису, створення його чорнового макета, який потребує подальшої обробки.

Опрацювання рукопису складається з уточнення його змісту, оформлення і літературної правки. Цей етап ще називають роботою над біловим рукописом.

Шліфування тексту рукопису починається з оцінки його змісту і структури. Перевіряється і критично оцінюється кожний висновок, кожна формула, таблиця, кожне речення, окреме слово. Слід перевірити, наскільки назва роботи і назви розділів і підрозділів відповідають їх змісту, наскільки логічно і послідовно викладено матеріал. Доцільно ще раз перевірити аргументованість основних положень, наукову новизну, теоретичну і практичну значущість роботи, її висновки і рекомендації. Слід мати на увазі, що однаково недоречними є надмірний лаконізм і надмірна деталізація у викладі матеріалу. Допомагають сприйняттю змісту роботи таблиці, схеми, графіки та ін.

Наступний етап роботи над рукописом – *перевірка правильності його оформлення*. Це стосується рубрикації посилань на літературні джерела, цитування, написання чисел, знаків, фізичних і математичних величин, формул, побудови таблиць, підготовки ілюстративного матеріалу, створення бібліографічного опису, бібліографічних покажчиків тощо. До правил оформлення друкованих видань висуваються певні вимоги, тому слід керуватися державними стандартами, довідниками, підручниками, вимогами видавництва і

редакцій.

Заключний етап – це *літературна правка*. Її складність залежить від мовностильової культури автора, від того, як здійснювалася попередня підготовка рукопису. Одночасно з літературною правкою автор вирішує, як розмістити текст і які потрібні в ньому виділення.

Для привернення уваги читачів у тексті прийнято використовувати різноманітні *виділення* (розрядка, курсив, петит, напівжирний шрифт, підкреслювання та ін.). Вибрана система виділень має бути єдиною для всієї роботи; надмірне їх використання, як і недостатнє, може ускладнити сприйняття тексту.

Підготовлений для передачі у видавництво рукопис має відповідати певним вимогам, зумовленим процесом його подальшої підготовки до друку.

6.2. Оформлення звітів про результати наукової роботи

Кожна наукова робота повинна закінчуватись звітом. Процес оформлення результатів творчої праці передбачає знання і дотримання певних стандартів. З цією метою і були розроблені єдині правила оформлення звітів у сфері науки і техніки, які викладені у Державному стандарті України ДСТУ 3008-95 під назвою "Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення". Цей документ відповідає Міжнародному стандарту ISO 5966:1982 "Documentation-Presentation of scientific and technical reports", який використовують у своїй роботі фахівці таких країн, як США, Японія, Франція, ФРН, Канада та ін. Окрім того, стандарт враховує історичні традиції та норми української мови, зокрема, щодо подання прізвищ та імен авторів тощо.

Наукова робота має характеризуватися не лише високим рівнем змісту, відповідною структурою, а й оформленням. Стандарт регламентує загальні вимоги до побудови, викладу та оформлення звітів.

Вимоги до порядку викладу матеріалу звіту. Звіт умовно поділяють на окремі частини: вступну, основну, додатки, матеріал у

кінці звіту.

Вступна частина складається з титульного аркуша, списку авторів, реферату, змісту, переліку умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів, передмови.

Основна частина включає вступ, безпосередньо звіт, висновки, рекомендації, перелік посилань.

Додатки розміщуються після основної частини звіту.

Матеріал у кінці звіту може містити список організацій, які розповсюджують звіт, та вихідних відомостей.

Вимоги до основних структурних елементів вступної частини. *Обкладинка* надає користувачеві перше уявлення про звіт і тому має бути чіткою, зрозумілою та інформативною. Зовнішній бік обкладинки містить ідентифікатори звіту, міжнародний стандартний книжковий номер (ISBN), відомості про виконавця роботи – юридичну особу (організацію) або фізичну особу, повну назву документа, прізвища авторів звіту, рік складання звіту, спеціальні записи та обмеження розповсюдження.

Титульний аркуш є першою сторінкою звіту і править за основне джерело бібліографічної інформації, необхідної для оброблення та пошуку документа. Відомості на титульному аркуші в основному збігаються з відомостями на обкладинці.

Реферат призначений для попереднього ознайомлення зі звітом. Він має бути стислим, інформативним і давати можливість прийняти рішення про доцільність читання всього звіту. Реферат містить відомості про обсяг звіту, кількість його частин, ілюстрацій, таблиць, додатків, кількість джерел, згідно з переліком посилань, безпосередньо текст реферату та перелік ключових слів.

Обсяг реферату не повинен перевищувати 500 слів, і бажано, щоб він уміщався на одній сторінці формату А4. Перелік ключових слів містить від 5 до 15 слів або словосполучень, надрукованих великими літерами в називному відмінку в рядок через коми.

Іноді при оформленні наукової праці виникає необхідність дати передмову, в якій викладаються основні передумови створення наукової праці: чим викликана її поява; коли і де була виконана

робота; перелічуються організації й особи, що сприяли виконанню даної роботи. *Передмова* включає супровідні нотатки, що пояснюють певні аспекти роботи, історичні умови для її написання тощо.

Вимоги до основних структурних елементів основної частини. У *вступі* коротко висвітлюють: оцінку сучасного стану проблеми, практично розв'язані задачі, прогалини знань, що існують у певній галузі, провідні організації, фірми та провідних вчених цієї галузі; світові тенденції розв'язання поставлених завдань; актуальність певної роботи та підставу для її виконання; мету роботи та галузь застосування; взаємозв'язок з іншими роботами. Не слід при цьому торкатися фактів і висновків, що викладаються в наступних розділах наукової праці.

Наступним дається короткий огляд літератури з розглянутого питання. При цьому дуже важливо вміти відокремити найбільш важливу літературу від менш істотної. Це має велике значення для читачів, тому що дозволяє їм визначити місце роботи в загальній структурі робіт з даної теми.

Безпосередньо звіт – це виклад відомостей про предмет дослідження, котрі є необхідними й доступними для розкриття суті певної роботи (опис теорії, методів роботи, характеристик і властивостей досліджуваного об'єкта, принципів дії та устрій об'єкта, метрологічне забезпечення тощо) та її результати. Особливу увагу приділяють новизні в роботі, питанням сумісності, надійності, безпеки, екології, ресурсощадності. Суть звіту викладають, поділяючи матеріал на розділи, підрозділи, пункти та підпункти. Відповідальність за достовірність відомостей, які містить звіт, несе виконавець.

При написанні цього розділу слід чітко з'ясувати питання пропонованого матеріалу, звернути увагу на точність використовуваних у тексті слів і виразів, не допускати можливості двозначного їх тлумачення. Нові терміни, поняття слід докладно роз'яснити. Загальновідомі і навіть спеціальні терміни, поняття розкривати не обов'язково, тому що наукова праця, як правило, призначається для підготовленого читача, для фахівців.

Цифровий матеріал, якщо він є, подається у легкодоступній для сприйняття формі (таблиці, діаграми, графіки) при дотриманні особливої точності, тому що неточні цифри можуть призвести до неправильних висновків. Якщо ж якийсь цифровий матеріал можна з достатньою ясністю і стислістю викласти в самому тексті, то його не слід виділяти в табличну форму. Не треба також вносити в таблиці величини, що виражаються для всіх рядків однаковими цифрами (зручніше їх повідомляти в основному тексті).

Не рекомендується перевантажувати рукопис цифрами, цитатами, ілюстраціями, тому що це відволікає увагу читача й робить важким розуміння змісту. Однак не слід і відмовлятися зовсім від такого матеріалу, тому що за ним читачі можуть перевірити результати, отримані в дослідженні. Весь допоміжний матеріал краще привести у вигляд додатків. Цитати в рукописі повинні мати точні посилання на джерела. Слід дотримуватись єдності умовних позначень і скорочень слів, які використовуються, що відповідали б стандартам. Не можна, наприклад, писати: 10тонн або 10т. – тільки 10 т (без крапки). Відомості про ці стандарти та скорочення є в довідкових виданнях, енциклопедіях, словниках. Якщо ж використовуються скорочення нестандартні, властиві даній темі, то в рукописі доцільно окремою таблицею дати відомості скорочень і помістити їх на початку роботи.

Кожна таблиця, включена в текст, повинна мати назву (заголовок) і номер або для всієї роботи (Таблиця 22), або для даного розділу, наприклад, другого (Таблиця 2.3). Особливу увагу треба звернути на заголовки граф таблиці. Усі відомості, що можуть бути винесені в заголовки граф, немає потреби розміщувати в тексті таблиці (наприклад, одиниці виміру). Якщо в таблиці наявні пропуски, їх слід вказати і пояснити, що вони позначають. Текст до таблиць дається дуже короткий, у ньому вказуються тільки основні взаємозв'язки та висновки, що впливають з цифрового матеріалу.

Порядкову нумерацію вертикальних граф установлюють тільки в тому випадку, якщо ці номери фактично використовуються в тексті (наприклад, при посиланні на ту чи іншу графу) або, якщо таблиця

переноситься на іншу сторінку тексту. У таблицях слід уникати великих чисел, написаних цілком, а використовувати скорочені укрупнені одиниці, наприклад, замість 1391000 т написати 1,391 тис. т і вказати в заголовку, що числа в цій графі виражаються в млн.

Висновки вміщують оцінку одержаних результатів роботи або її окремого етапу (негативних теж) з урахуванням світових тенденцій розв'язання поставленого завдання; можливі галузі використання результатів роботи; господарську, наукову, соціальну значущість роботи. Пишуться висновки наприкінці роботи як підсумковий матеріал у вигляді коротко сформульованих і пронумерованих окремих тез (положень). Іноді їх подають в гранично стислому викладі. Але й при цьому слід дотримуватися принципу: у висновках слід йти від конкретних до більш загальних і важливих положень. Важливо підкреслювати, що саме нового запропоновано в роботі, чим це відрізняється від існуючих методів та інше.

Характерною помилкою при написанні висновків є те, що, замість формулювання результатів досліджень, зазначається, що робилося в даній роботі і що вже висвітлено в основному змісті. Виходить повторення матеріалу і водночас утворюється істотний пропуск — відсутній акцент про результати дослідження.

У висновку подаються узагальнення найбільш істотних положень наукового дослідження, підводяться його підсумки, підтверджується достовірність висунутих автором нових положень, а також висвітлюються питання, що ще вимагають доведення. Закінчення ні в якому разі не повинно повторювати висновки. Воно, зазвичай, буває невеликим за кількістю сторінок, але містким за кількістю інформації. Добре написане закінчення характеризується тим, що людина, незнайома з дослідженнями з даного напрямку, прочитавши його, може уявити якісну сутність даної роботи і зробити певні висновки про можливі напрями подальших досліджень.

Рекомендації визначають подальші роботи, які вважають необхідними, приділяючи основну увагу пропозиціям щодо ефективного використання результатів дослідження. Рекомендації повинні мати конкретний характер і логічне обґрунтування.

Перелік посилань у вигляді бібліографічних описів джерел (технічної літератури, патентів, звітів тощо) наводиться наприкінці роботи. Літературні джерела, які цитуються, якщо вони використовуються один раз, можна вказати у виносках у тексті, а якщо їх багато і вони неодноразово повторюються в тексті, то варто вказати порядковий номер даного джерела за списком літератури, приведенного наприкінці роботи. Усі джерела повинні бути описані в порядку, прийнятому в українській бібліографії, і пронумеровані. У кожній позиції бібліографії мають бути зазначені: прізвище та ініціали автора, найменування книги, видавництво.

Якщо посилання дається на журнал, то варто вказувати прізвище й ініціали автора, найменування статті, найменування журналу, рік видання, номер журналу і сторінки, які займає в журналі стаття (наприклад, с. 17...25). У тексті ж наукової праці досить посилатися тільки на номер джерела, ставлячи його в квадратні дужки. Список літератури складається або за алфавітом прізвищ авторів, при цьому на початку вказуються вітчизняні джерела, а потім — іноземні, але за таким же принципом, або за хронологічною ознакою. Часто список літератури складають і за черговістю посилань на них у даній роботі.

Загальні вимоги до оформлення тексту звіту, ілюстрацій і таблиць. При написанні наукової праці варто пам'ятати про архітектуру, тобто дотримання належних пропорцій між частинами, розділами, главами, підзаголовками, параграфами і надання їм відповідного шифру: 1.1, 1.2 тощо. Звіт оформляється у вигляді тексту, ілюстрацій, таблиць і подається на аркушах паперу формату А4 машинописним способом або комп'ютерним набором на одному боці аркуша білого паперу.

Обсяг рукопису визначається за кількістю друкованих знаків. Один машинописний аркуш містить 1700... 1800 знаків, друкований аркуш — 40 тис. знаків на 24-х машинописних сторінках. Якщо роботи друкуються за допомогою комп'ютера, то на одній сторінці аркуша білого паперу формату А4 (210 x 297 мм) міститься до тридцяти рядків.

Ілюстрації (креслення, рисунки, графіки, схеми, діаграми, фотознімки) доцільно розмішувати у звіті безпосередньо після тексту,

де вони згадуються. Ілюстрації повинні мати назву, яку розміщують під зображенням. Таблицю необхідно розташовувати безпосередньо після тексту, де про неї згадується вперше, або на наступній сторінці. Формули та рівняння записують після тексту, в якому про них йдеться, посередині сторінки. Пояснення значень символів і числових коефіцієнтів, що входять до формули чи рівняння, наводяться безпосередньо під формулою у тій послідовності, в якій вони наведені в формулі.

При оформленні звіту слід приділяти значну увагу мові і стилю викладу. Культура мови – один із найважливіших показників культури науковця. Характерною особливістю наукової мови є формально-логічний спосіб викладу матеріалу, наявність обґрунтувань, доведень істини й основних висновків.

Науковий текст має бути цілеспрямованим і практичним, емоційні мовні елементи майже виключаються.

Часто за текстом звіту необхідно готувати не тільки реферат, а й анотацію.

Анотація – це коротка характеристика звіту або іншого друкованого документа за змістом, призначенням, формою та іншими особливостями. Анотація виконує насамперед сигнальну функцію і повинна відповідати на таке запитання: «Про що йдеться в первинному документі?». Тому анотації містять у собі переважно фрази у формі пасивного стану, де присудок виражений дієсловом у зворотній формі: («розглядається», «обговорюється», «досліджується» тощо) чи пасивною дієслівною формою («розглянутий», «досліджений», «доведений» тощо). Анотації часто містяться в звітах, а також у книгах, брошурах, тематичних планах видавництва, рекламних матеріалах, у бібліографічних посібниках і друкованих каталожних картках.

Анотація включає характеристику типу наукової праці, основної теми, проблеми, об'єкта, мети роботи і її результатів. В анотації вказується, що нового несе в собі дана наукова праця, її читачке призначення. Середній обсяг анотації – 600 друкованих знаків.

Практика свідчить про те, що приблизно 1/6 даних, що містяться

в звіті, надаються споживачам у вигляді видань, інша їхня частина зберігається в архівах установ і організацій. З цим пов'язана необхідність обов'язкової реєстрації й обліку всіх НДР з усіх областей науки і техніки.

Про результати, отримані при виконанні тієї чи іншої науково-дослідної теми, слід інформувати наукову громадськість. Цієї ж мети (крім можливості додаткової оцінки) дотримується ВАК України, що встановив обов'язкове попереднє розсилання авторефератів перед захистом кандидатських і докторських дисертацій, а після захисту вони викладаються на веб-сайт Національної бібліотеки України ім. В.І. Вернадського <http://nbuv.gov.ua>

6.3. Робота над публікаціями, монографіями, рефератами і доповідями

Основні результати і положення дослідження мають бути опубліковані для ознайомлення з ними наукової громадськості.

Публікація (лат. *publicatio* — оголошую всенародно, оприлюднюю): доведення до загального відома за допомогою преси, радіомовлення або телебачення; вміщення в різних виданнях (газетах, журналах, книгах) роботи (робіт); текст, надрукований у будь-якому виданні.

Публікації виконують кілька *функцій*:

- оприлюднюють результати наукової роботи;
- сприяють встановленню пріоритету автора (дата підписання публікації до друку – це дата пріоритету науковця);
- свідчать про особистий внесок дослідника в розробку наукової проблеми (особливе значення мають індивідуальні публікації, роботи у співавторстві потребують додаткових роз'яснень);
- слугують підтвердженню достовірності основних результатів і висновків наукового дослідження, новизни і його наукового рівня (оскільки після виходу в світ публікація стає об'єктом вивчення й оцінки широкого кола наукової громадськості);

- підтверджують факт апробації та впровадження результатів і висновків наукового дослідження;
- фіксують завершення певного стану дослідження або роботи в цілому;
- забезпечують первинною науковою інформацією суспільство, сповіщають наукове співтовариство про появу нового наукового знання;
- передають індивідуальний результат у загальне надбання та ін.

Особливе значення мають наукові публікації, що вийшли друком у формі видань.

ДСТУ 3017–95 "Видання. Основні види. Терміни та визначення" визначає *видання* як документ, який пройшов редакційно-видавниче опрацювання, виготовлений друкуванням, тисненням або іншим способом, містить інформацію, призначену для поширення, і відповідає вимогам державних стандартів, інших нормативних документів щодо видавничого оформлення і поліграфічного виконання.

Науковим вважається видання результатів теоретичних і (або) експериментальних досліджень, а також підготовлених науковцями до публікації історичних документів та літературних текстів. Воно призначене для фахівців і для наукової роботи. Серед наукових видань розрізняють дві групи: 1) науково-дослідні; 2) джерелознавчі.

До першої групи наукових видань належать: *монографія* (науково-книжкове видання повного дослідження однієї проблеми або теми, що належить одному чи кільком авторам); *автореферат дисертації* (наукове видання у вигляді брошури авторського реферату проведеного дослідження, яке подається на здобуття наукового ступеня); *препринт* (наукове видання з матеріалами попереднього характеру, які публікуються до виходу у світ видання, в якому вони мають бути вміщені); *тези доповідей*, а також *матеріали наукової конференції* (неперіодичний збірник підсумків конференції, доповідей, рекомендацій та рішень); *збірник наукових праць* (збірник матеріалів досліджень, виконаних у наукових установах, навчальних закладах та наукових товариствах).

До другої групи наукових видань належать *джерелознавчі видання*, або *документальні наукові видання*, які містять пам'ятки культури та історичні документи, що пройшли текстологічне опрацювання, мають коментарі, вступні статті, допоміжні покажчики та інші елементи науково-довідкового апарату видання.

За обсягом розрізняють два види наукових неперіодичних видань: *книга* (книжкове видання обсягом понад 48 сторінок); *брошура* (книжкове видання обсягом від 4 до 48 сторінок). Статус наукового видання потребує суворого дотримання видавничого оформлення видання.

Особливу складність викликає визначення наукового статусу статей. Слід враховувати, що газетні статті не кваліфікують як наукові. Крім того, проблематичним є віднесення до розряду наукових статей, опублікованих в громадсько-політичних і науково-популярних журналах.

Статті наукового характеру друкуються переважно в наукових збірниках або журналах. *Науковий журнал* – журнал, що містить статті та матеріали досліджень теоретичного або прикладного характеру, призначений переважно фахівцям певної галузі науки. За цільовим призначенням наукові журнали поділяють на: науково-теоретичні, науково-практичні та науково-методичні.

Особливе значення наукові статті мають для здобувача наукового ступеня доктора чи кандидата наук. Крім зазначених, вони мають відповідати ще й таким вимогам.

1. Статті мають публікуватись у *провідних наукових фахових журналах* та інших періодичних *наукових фахових виданнях*. Їх *перелік затверджує ВАК України* при дотриманні таких вимог:

- наявність у складі редакційної колегії не менше п'яти докторів наук з відповідної галузі науки, серед яких обов'язково мають бути штатні працівники наукової установи, організації чи вищого навчального закладу, що видає журнал (періодичні видання);
- журнали підписуються до друку виключно за рекомендацією вченої ради наукової установи (організації чи вищого

навчального закладу), що його видає, про що зазначається у вихідних даних;

- наклад не менше ніж 100 примірників;
- повне дотримання вимог до редакційного оформлення періодичного видання згідно з державними стандартами України;
- наявність журналу (періодичного видання) у фондах бібліотек України, перелік яких затверджено ВАК України.

2. Публікація не більше однієї статті здобувача за темою дисертації в одному випуску (номері) журналу (або іншого друкованого видання).

3. Не зараховуються праці, в яких немає повного опису наукових результатів, що засвідчує їх достовірність, або в яких повторюються результати, опубліковані раніше в інших наукових працях, що входять до списку основних.

Кожному науковцеві слід систематично вести облік власних публікацій у картотеці, списку або комп'ютерному банку даних за особливими правилами бібліографічного списку або за схемою: назва праці; характер роботи; вихідні дані; обсяг в обліково-видавничих аркушах; співавтори. Слід також мати оригінали або копії власних публікацій. Про це слід завчасно подбати особливо здобувачам наукового ступеня, оскільки оригінали, відбитки або копії усіх перелічених в авторефераті праць мають бути подані до спецради.

6.3.1. Наукова монографія

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

Розрізняють два види монографій – наукові і практичні.

Наукова монографія – це науково-дослідницька праця, предметом викладу якої є вичерпне узагальнення теоретичного матеріалу з наукової проблеми або теми з критичним його аналізом, визначенням вагомості, формулюванням нових наукових концепцій.

Монографія фіксує науковий пріоритет, забезпечує первинною науковою інформацією суспільство, слугує висвітленню основного змісту і результатів дисертаційного дослідження.

Слід розрізняти дисертації на здобуття наукового ступеня, виконані особисто у вигляді опублікованої індивідуальної наукової монографії, та наукові монографії як вид наукового видання. Перший тип монографії обов'язково має містити висунуті автором для прилюдного захисту науково обгрунтовані теоретичні або експериментальні результати, наукові положення автора, опубліковані раніше у фахових наукових виданнях України чи інших країн. Для такої монографії характерна єдність змісту; вона свідчить про *особистий* внесок здобувача в науку і розглядається як кваліфікаційна наукова праця. За цих умов здобувач не пише рукопис дисертації, його замінює монографія. Обсяг індивідуальної монографії здобувача наукового ступеня доктора наук, яка зараховується як дисертація, має становити не менше 10 авторських аркушів у галузі природничих та технічних наук і не менше 15 авторських аркушів у галузі гуманітарних і суспільних наук.

Інший тип наукової монографії – це наукова праця, яка є способом висвітлення основного змісту дисертації і однією з основних публікацій за темою дослідження.

Якщо дисертацією, поданою на захист, є рукопис, а монографія є тільки однією з друкованих праць здобувача (а для суспільних і гуманітарних наук наявність серед друкованих праць здобувача монографії є обов'язковою), до неї висуваються такі вимоги:

- обсяг монографії – не менш як 10 обліково-видавничих аркушів;
- наявність рецензій двох докторів наук за відповідною спеціальністю;
- наявність рекомендації вченої ради науково-дослідної установи або вищого навчального закладу з обов'язковим зазначенням на звороті титулу монографії повної назви установи (закладу) та її підпорядкованості;
- наклад не менше 300 примірників;
- наявність міжнародного стандартного номера ISBN.

Між дисертацією та монографією є певні відмінності. По-перше, у дисертації передбачається виклад наукових результатів і висновків, отриманих *особисто* автором. Монографія – це виклад результатів, ідей, концепцій, які належать багатьом авторам. По-друге, дисертація містить нові наукові результати, висновки, факти, а монографія може викладати як нові результати, так і методичні, технологічні рішення, факти, які вже відомі. По-третє, дисертація має визначену структуру і правила оформлення, яких необхідно обов'язково дотримуватися. До монографії таких чітких вимог не ставлять.

Дисертація – це рукопис, який зберігається в обмеженій кількості примірників у певних бібліотечних установах. Монографія – це видання, яке пройшло відповідне редакційно-видавниче опрацювання, виготовлене друкарським або іншим способом, видане у фаховому видавництві України.

Дисертація містить призначену для поширення інформацію без надмірних подробиць, відповідає вимогам державних стандартів щодо видавничого оформлення і поліграфічного виконання. На ці особливості необхідно зважати, щоб не збитися на монографію при написанні дисертації.

Щодо композиції наукової монографії державний стандарт не встановлюється. Кожний її автор може вибрати будь-яку структуру і порядок організації наукового матеріалу, зважаючи на логіку викладу і повноту висвітлення основного змісту дисертації. Традиційно склалася певна композиційна структура наукової монографії, основними елементами якої в порядку їх розміщення є такі: титульний аркуш, анотація, перелік умовних скорочень (за необхідності), вступ або передмова, основна частина, висновки або післямова, література, допоміжні покажчики, додатки, зміст.

Наукова монографія призначена передусім для вчених, фахівців певної галузі науки. Вона має відповідати за змістом і формою цьому жанру публікації. Особливо важливими є чіткість формулювань і викладу матеріалу, логіка висвітлення основних ідей, концепцій, висновків. Її обсяг – не менше 6 друкованих аркушів.

Титульний аркуш містить повну назву установи (закладу), де

виконана робота, прізвище, ім'я, по батькові автора, назву роботи, місто і рік. Назва монографії має бути інформативною (розкривати зміст книги, основні ідеї, новизну), чіткою (відбивати предмет і об'єкт дослідження, відмінність даної роботи від аналогічних), короткою (бажано до 7—8 слів). Саме за назвою монографії здійснюється її класифікація за УДК і ББК та реєстрація в систематичному або предметному каталозі.

На звороті титульного аркуша монографії вказують відомості щодо її рекомендації вченою радою до опублікування. Після бібліографічного опису обов'язково розміщують *анотацію* — стислу характеристику змісту видання, призначення, форми та інші особливості. Її обсяг становить приблизно 500 знаків (до 70 слів). Текст анотації має бути лаконічним, доступним читачам.

Умовні скорочення подаються перед вступом тоді, коли автор наживає маловідомі скорочення, що повторюються у тексті. Перелік треба друкувати двома колонками, в яких зліва за абеткою наводять скорочення, справа — їх розшифровку.

У *вступі* або *передмові* розкриваються значення проблеми, її актуальність, мета і завдання, які поставлені автором при написанні роботи, кому вона рекомендується, подаються огляд основних публікацій за темою, перелік використаних джерел, організацій та осіб, що сприяли виконанню роботи та ін.

Основна частина монографії залежить від змісту і структури наукової роботи. Вона складається з розділів (глав), підрозділів (параграфів), пунктів, підпунктів. У логічній послідовності викладаються основні наукові положення, ідеї, концепції, експериментальні дані, наукові факти та висновки. Вимоги до посилань, ілюстрацій, таблиць у цілому збігаються з відповідними вимогами до звіту. В кінці кожного розділу варто вказувати, де опубліковано автором(ами) ці матеріали.

У *висновках* або *післямові* наводяться узагальнення гнісугтевіших положень наукового дослідження, основні підсумки, доводяться достовірність і обґрунтованість нових наукових положень, визначаються проблеми, які потребують подальшого дослідження.

Література (список використаних джерел). Залежно від характеру роботи розрізняється і принцип розміщення літератури в списку. Він може бути алфавітним (прізвища авторів або назв робіт розміщують за алфавітом); хронологічним (за роками публікацій, за алфавітом у межах кожного року); тематичним (за розділами роботи або за окремими темами); в порядку згадування джерел у тексті. Список може включати всі джерела за темою; ті, що були використані автором; ті, на які в роботі є посилання; найцінніші праці з теми та ін. Архівні документи в списку наводять після друкованих матеріалів.

У наукових монографіях інколи подають *допоміжні покажчики*, які полегшують роботу з монографією: іменні, тематичні, предметні, географічні, хронологічні тощо.

В *додатках* розміщують матеріали, які доповнюють та ілюструють основний текст: копії документів, таблиці, математичні розрахунки, формули, графіки, глосарії та ін.

Зміст подають на початку або в кінці монографії. Він містить найменування та номери початкових сторінок усіх розділів і підрозділів, що допомагає отримати повне уявлення про зміст та структуру видання.

6.3.2. Наукова стаття

З метою оперативного інформування фахівців про результати виконаних досліджень, розробки рекомендацій з напрямів подальшої роботи з використання результатів у народному господарстві організуються різні наукові і науково-технічні конференції, з'їзди, семінари, симпозиуми тощо.

Для виступу на таких зборах фахівців готують доповіді, повідомлення.

Інформація про підсумки проведення конференції (наради, семінару), як правило, публікується у відповідних журналах та інших періодичних виданнях.

Наукова стаття – один із основних видів публікацій. Вона містить виклад проміжних або кінцевих результатів наукового дослідження, висвітлює конкретне окреме питання за темою

дисертації, фіксує науковий пріоритет автора, робить її матеріал надбанням фахівців.

Наукова стаття подається до редакції в завершеному вигляді відповідно до вимог, які публікуються в окремих номерах журналів або збірниках у вигляді пам'ятки авторам.

Оптимальний обсяг наукової статті – 6–12 сторінок (0,5–0,7 друк. арк.).

Рукопис статті, як правило, має містити повну назву роботи, прізвище та ініціали автора(ів), анотацію (на окремій сторінці), список використаної літератури.

Стаття має просту структуру, її текст, як правило, не поділяється на розділи і підрозділи.

Умовно в тексті статті можна виділити такі структурні елементи.

1. *Вступ* — постановка наукової проблеми, її актуальність, зв'язок з найважливішими завданнями, що постають перед Україною, значення для розвитку певної галузі науки або практичної діяльності (1 абзац або 5—10 рядків);

2. *Основні (останні за часом) дослідження і публікації*, на які спирається автор; сучасні погляди на проблему; труднощі при розробці даного питання, виділення невирішених питань у межах загальної проблеми, котрим присвячена стаття (0,5–2 сторінки машинописного тексту через два інтервали);

Формулювання мети статті (постановка завдання) — висловлюється головна ідея даної публікації, яка суттєво відрізняється від сучасних уявлень про проблему, доповнює або поглиблює вже відомі підходи; звертається увага на введення до наукового обігу нових фактів, висновків, рекомендацій, закономірностей або уточнення відомих раніше, але недостатньо вивчених. Мета статті ґрунтується з постановки наукової проблеми та огляду основних публікацій з теми (1 абзац, або 5–10 рядків).

Виклад змісту власного дослідження – основна частина статті. В ній висвітлюються основні положення і результати наукового дослідження, особисті ідеї, думки, отримані наукові факти, виявлені закономірності, зв'язки, тенденції, програма експерименту, методика

отримання та аналіз фактичного матеріалу, особистий внесок автора в досягнення і реалізацію основних висновків тощо (5–6 сторінок).

Висновок, в якому формулюється основний умовивід автора, зміст висновків і рекомендацій, їх відмінність від існуючих досліджень, їх значення для теорії і практики, суспільна значущість; коротко окреслюються перспективи подальших розвідок з теми (1/3 сторінки).

Жанр наукової статті вимагає дотримання певних правил:

- у правому верхньому куті розміщуються прізвище та ініціали автора; за необхідності вказуються відомості, що доповнюють дані про автора;
- назва статті стисло відбиває її головну ідею, думку (якомога менше слів, краще – до п'яти);
- ініціали ставлять перед прізвищем;
- слід уникати стилю наукового звіту чи науково-популярної статті;
- недоцільно ставити риторичні запитання; мають переважати розповідні речення;
- не слід перевантажувати текст цифрами 1, 2 та ін. при переліках тих чи інших думок, положень; перелік елементів, позицій слід починати з нового рядка, відокремлюючи їх одне від одного крапкою з комою;
- у тексті прийнятним є використання різних видів переліку: спочатку, на початку, спершу, потім, далі, нарешті; по-перше, по-друге, по-третє; на першому етапі, на другому етапі та ін.;
- цитати в статті використовуються дуже рідко; необхідно зазначити основну ідею, а після неї в дужках вказати прізвище автора, який уперше її висловив;
- усі посилання на авторитети подаються на початку статті, основний обсяг статті присвячують викладу власних думок; для підтвердження достовірності своїх висновків і рекомендацій не слід наводити висловлювання інших учених, оскільки це свідчить, що ідея дослідника не нова, була відома раніше і не підлягає сумніву;

- стаття має завершуватися конкретними висновками і рекомендаціями.

Рукопис статті підписується автором(ами) і подається до редакції у двох примірниках. У разі необхідності до неї додається дискета.

Особливо цінними є статті, опубліковані у фахових наукових виданнях, затверджених ВАК України. Статті, опубліковані до появи відповідних Переліків ВАК України, вважаються лише такими, що додатково відображають наукові результати.

Кожне видання (збірка наукових праць, журнал), як правило, має якісь свої відмінності в оформленні статей, тому перед подачею статті до друку варто ці відмінності з'ясувати в їх редакції.

6.3.3. Тези наукової доповіді (повідомлення)

Формами висвітлення підсумків наукової роботи є також тези, доповіді, матеріали конференцій, конгресів, симпозіумів, семінарів, шкіл тощо.

Тези (гр. *thesis* — положення, твердження) — це коротко, точно, послідовно сформульовані основні ідеї, думки, положення наукової доповіді, повідомлення, статті або іншої наукової праці.

Тези доповіді — це опубліковані до початку наукової конференції (з'їзду, симпозіуму) матеріали попереднього характеру, що містять виклад основних аспектів наукової доповіді.

Вони фіксують науковий пріоритет автора, містять матеріали, не викладені в інших публікаціях.

Рекомендований обсяг тез наукової доповіді – 2–3 сторінки машинописного тексту через 1,5–2 інтервали. Можливий виклад однієї тези.

Схематично структура тез наукової доповіді має такий вигляд: теза – обґрунтування – доказ – аргумент – результат – перспективи.

При підготовці тез наукової доповіді слід дотримуватися таких правил:

- у правому верхньому куті розміщують прізвище автора та його ініціали; при необхідності вказують інші дані, які доповнюють відомості про автора (студент, аспірант, викладач, місце роботи або місця);

- назва тез доповіді коротко відображає головну ідею, думку, положення (2—5 слів);

- виклад суті доповіді здійснюється за такою послідовністю тез: актуальність проблеми; стан розробки проблеми (перелічуються вчені, які зверталися до розробки цієї проблеми); наявність проблемної ситуації; необхідність у її вивченні, вдосконаленні з огляду на сучасний стан її розробки, втілення; основна ідея, положення, висновки дослідження, якими методами це досягається; основні результати дослідження, їх значення для розвитку теорії та (або) практики.

Посилання на джерела, цитати в тезах доповіді використовуються рідко. Допускається опускати цифровий, фактичний матеріал.

Формулювання кожної тези починається з нового рядка. Кожна теза містить самостійну думку, що висловлюється в одному або кількох реченнях. Виклад суті ідеї чи положення здійснюється без наведення конкретних прикладів.

Виступаючи на науковій конференції (з'їзді, симпозіумі), можна посилатися на опубліковані тези доповіді і спинитися на одній із основних (дискусійних) тез.

6.3.4. Реферат

Дослідник часто стикається з необхідністю написання реферату. Реферати складають студенти вищих навчальних закладів, їх пишуть аспіранти і ті, хто готується до складання кандидатських іспитів з філософії, педагогіки, спеціальності (якщо немає публікацій).

Реферат (лат. *referre* — доповідати, повідомляти) — короткий виклад змісту одного або декількох документів з певної теми.

Обсяг реферату визначається специфікою теми і змістом документів, кількістю відомостей, їх науковою цінністю або практичним значенням. Його обсяг коливається від 500-2500 знаків до 20-24 сторінок.

Є багато видів рефератів. Науковці найчастіше мають справу з

інформативними і розширеними, або зведеними, рефератами.

Інформативний реферат найповніше розкриває зміст документа, містить основні фактичні та теоретичні відомості. У такому рефераті мають бути зазначені: предмет дослідження і мета роботи; наведені основні результати; викладені дані про метод і умови дослідження; підбиті пропозиції автора щодо застосування результатів; наведені основні характеристики нових технологічних процесів, технічних виробів, нова інформація про відомі явища, предмети та ін. Інформаційний реферат розміщують у первинних документах (книги, журнали, збірники наукових праць, звіти про науково-дослідну роботу та ін.) і у вторинних документах (реферативні журнали і збірники, інформаційні карти та ін.).

Розширений, або зведений (багатоджерельний, оглядовий), реферат містить відомості про певну кількість опублікованих і неопублікованих документів з однієї теми, викладені у вигляді зв'язного тексту.

Реферат починається з викладу сутності проблеми. Слід уникати зайвих фраз.

У *вступі* обґрунтовуються актуальність теми, її особливості, значущість з огляду на соціальні потреби суспільства та розвиток конкретної галузі науки або практичної діяльності.

У *розділі I* наводяться основні теоретичні, експериментальні дослідження з теми, зазначається, хто з учених минулого вивчав дану проблему, які ідеї висловлював. Визначаються сутність (основний зміст) проблеми, основні чинники (фактори, обставини), що зумовлюють розвиток явища або процесу, який вивчається. Наводиться перелік основних змістових аспектів проблеми, які розглядалися вченими. Визначаються недостатньо досліджені питання, з'ясовуються причини їх слабкої розробленості.

У *розділі II* дається поглиблений аналіз сучасного стану процесу або явища, тлумачення основних поглядів і позицій щодо проблеми. Особлива увага приділяється виявленню нових ідей та гіпотез, експериментальним даним, новим методикам, оригінальним підходам до вивчення проблеми. У цьому розділі подається аналіз практики. Висловлюються власні думки щодо перспектив розвитку проблеми.

У висновках подаються узагальнені умовиводи, ідеї, думки, оцінки, пропозиції науковця.

До списку літератури включають публікації переважно останніх 5-10 років. Особливу цінність мають роботи останнього року.

У додатках наводяться формули, таблиці, схеми, якщо вони суттєво полегшують розуміння роботи.

Вибір теми реферату слід узгоджувати з кафедрою і науковим керівником. Тема має допомогти молодому науковцю у визначенні методології свого дослідження.

Виклад матеріалу в рефераті має бути коротким і стислим. Слід використовувати синтаксичні конструкції, властиві мові наукових і технічних документів, уникати складних граматичних зворотів.

У рефераті слід використовувати стандартизовану термінологію, уникати незвичних термінів і символів або пояснювати їх при першому згадуванні в тексті. Терміни, окремі слова і словосполучення можна замінювати абревіатурами і прийнятими текстовими скороченнями, значення яких зрозумілі з контексту.

Реферат рецензується і оцінюється, за умови позитивного відгуку здобувач (студент) допускається до іспиту.

Рецензія (відгук) на реферат має об'єктивно оцінювати позитивні і негативні його сторони. В рецензії тією чи іншою мірою слід оцінити вміння поставити проблему, обґрунтувати її соціальне значення; розуміння автором співвідношення між реальною проблемою і рівнем її концептуальності; повноту висвітлення літературних джерел, глибину їх аналізу, володіння методами збору, аналізу та інтерпретації емпіричної інформації; самостійність роботи, оригінальність в осмисленні матеріалу; обґрунтування висновків і рекомендацій.

Стиль рецензії має відповідати нормам, прийнятим для наукових відгуків, тобто бути доброзичливим, але принциповим. Відносно до автора роботи речення слід будувати в третій особі минулого часу ("студент поставив..., розкрив..., довів..."); до самої роботи — в теперішньому часі ("реферат містить..., розкриває..." та ін.).

Рецензію не слід завершувати оцінкою; вона має впливати зі змісту документа.

6.3.5. Доповідь (повідомлення)

Найбільш поширеною формою усного оприлюднення наукових результатів є доповідь та повідомлення.

Доповідь — документ, в якому викладаються певні питання, даються висновки, пропозиції. Вона призначена для усного (публічного) прочитання та обговорення.

Розрізняють такі види доповідей:

- 1) *звітні* (узагальнення стану справ, ходу роботи за певний час);
- 2) *поточні* (інформація про хід роботи);
- 3) на наукові теми.

Наукова доповідь — це публічно виголошене повідомлення, розгорнутий виклад певної наукової проблеми (теми, питання).

Структура тексту доповіді практично аналогічна плану статті. Вона включає:

I. *Вступ*. Зазначають підстави, причини, проблемну ситуацію, що зумовили необхідність написання доповіді.

II. *Основна частина*. Аналізується нинішній стан проблеми, наводяться аргументи, обґрунтовується основна ідея (ідеї) автора.

III. *Підсумкова частина* містить висновки, рекомендації, пропозиції.

Методика підготовки доповіді на науково-практичну конференцію є дещо іншою, ніж статті.

Є два методи написання доповіді. Перший полягає в тому, що дослідник спочатку готує тези свого виступу, на основі тез пише доповідь на семінар або конференцію, редагує її і готує до опублікування в науковому збірнику у вигляді доповіді чи статті. Другий, навпаки, пов'язаний з повним написанням доповіді, а потім у скороченому вигляді — ознайомленням з нею аудиторії. Вибір способу підготовки доповіді залежить від змісту матеріалу та індивідуальних особливостей науковця.

Специфіка усного виступу має суттєві відмінності від друкованого змісту і форми. При написанні доповіді слід зважати на те, що суттєва частина матеріалу опублікована в тезах доповіді. Крім того, частина матеріалу подається на плакатах (слайдах, моніторі

комп'ютера, схемах, діаграмах, таблицях та ін.). Тому доповідь повинна містити коментарі, а не повторення ілюстративного матеріалу. Можна зупинитися лише на одній (найсуттєвішій, дискусійній) тезі доповіді, зробивши посилання на опубліковані тези. Це дозволить на 20–40 % скоротити доповідь. Добре, коли доповідач реагує на попередні виступи науковців з теми своєї доповіді. Доцільним є полемічний характер доповіді: це викликає інтерес слухачів.

При написанні доповіді слід зважати на те, що за 10 хвилин людина може прочитати матеріал, що надруковано на чотирьох сторінках машинописного тексту (через два інтервали). Обсяг тексту доповіді становить 8–2 сторінок (до 30 хвилин). Якщо доповідь складається з 4–6 сторінок, вона називається *повідомленням*.

Доповідь – це одна із багатьох форм оприлюднення результатів наукової роботи, можливостей за короткий термін "увійти" в наукове товариство за умови яскравого виступу.

6.4. Курсова (дипломна) робота: загальна характеристика та послідовність виконання

У професійній підготовці спеціаліста значну роль відіграє курсова (дипломна) робота. Курсова (дипломна) робота як самостійне навчально-наукове дослідження має виявити рівень загальнонаукової та спеціальної підготовки студента, його здатність застосовувати одержані знання під час вирішення конкретних проблем, його схильність до аналізу та самостійного узагальнення матеріалу з теми дослідження.

Курсова робота – це самостійне навчально-наукове дослідження студента, яке виконується з певного курсу або з окремих його розділів.

Згідно з Положенням про організацію навчального процесу у вищих навчальних закладах України курсова робота виконується з метою закріплення, поглиблення і узагальнення знань, одержаних студентами під час навчання, та їх застосування до комплексного вирішення конкретного фахового завдання.

Тематика курсових робіт має відповідати завданням навчальної дисципліни і тісно пов'язуватися з практичними потребами конкретного фаху. Вона затверджується на засіданні кафедри. Виконання курсових робіт визначається графіком.

Курсова робота допомагає студентові систематизувати отримані теоретичні знання з вивченої дисципліни, перевірити якість цих знань; оволодіти первинними навичками проведення сучасних досліджень. Уже на цій першій творчій спробі можна виявити здатність студента самостійно осмислити проблему, творчо, критично її дослідити; збирати, аналізувати і систематизувати літературні (архівні) джерела; застосовувати отримані знання при вирішенні практичних завдань; формулювати висновки, пропозиції і рекомендації з предмета дослідження. Випадає й слушна можливість проконтролювати вміння студента правильно організувати свою дослідницьку роботу та оформити її результати.

Дипломна робота – це кваліфікаційне навчально-наукове дослідження студента, яке виконується на завершальному етапі навчання у вищому навчальному закладі.

Дипломна робота має комплексний характер і пов'язана з використанням набутих студентом знань, умінь та навичок зі спеціальних дисциплін. У більшості випадків дипломна робота є поглибленою розробкою теми курсової роботи студента-випускника. Нею передбачено систематизацію, закріплення, розширення теоретичних і практичних знань зі спеціальності та застосування їх при вирішенні конкретних наукових, виробничих та інших завдань.

До дипломних робіт висуваються такі основні вимоги:

- актуальність теми, відповідність її сучасному стану певної галузі науки та перспективам розвитку, практичним завданням відповідної сфери;
- вивчення та критичний аналіз монографічних і періодичних видань з теми;
- вивчення та характеристика історії досліджуваної проблеми та її сучасного стану, а також передового досвіду роботи у відповідній галузі;

- чітка характеристика предмета, мети і методів дослідження, опис та аналіз проведених автором експериментів;
- узагальнення результатів, обґрунтування їх, формулювання висновків та практичних рекомендацій.

Згідно з навчальними планами окремих спеціальностей студенти бакалаврату, спеціалітету та магістратури виконують дипломні роботи. До захисту дипломних робіт допускаються студенти, які виконали всі вимоги навчального плану, пройшли і захистили виробничу практику (стаціонар), подали в установлений термін дипломну роботу і позитивні відгуки на неї.

Студенту надається право вибирати тему курсової та дипломної роботи з числа визначених випусковими кафедрами навчального закладу або запропонувати свою тему з обґрунтуванням її розробки.

Керівництво курсовими та дипломними роботами здійснюється, як правило, кваліфікованими викладачами. Організація і контроль за процесом підготовки й захисту курсових та дипломних робіт покладаються на завідуючих кафедрами.

Тематика курсових та дипломних робіт щорічно коригується з урахуванням набутого на кафедрах досвіду, побажань спеціалістів, які беруть участь у рецензуванні робіт, і рекомендацій Державної екзаменаційної комісії (ДЕК).

Незалежно від обраної теми структура курсової (дипломної) роботи має бути такою: титульний аркуш; зміст; перелік умовних позначень (при необхідності); вступ; кілька розділів (підрозділів), що розкривають теорію питання та досвід практичної роботи; висновки; список використаної літератури; додатки.

Текст курсової (дипломної) роботи можна використати для наступного написання та оформлення доповіді, реферату, статті, тез доповіді та ін.

Курсова та дипломна роботи мають свою специфіку, їх деталі завжди потрібно узгоджувати з науковим керівником. Щодо структури, методики їх написання та оформлення вони мають подібні риси, тому будуть проаналізовані спільно.

Рациональніше організувати роботу над курсовою (дипломною)

роботою, правильно розподілити свій час, спланувати його, глибоко і своєчасно розробити вибрану тему допоможе *алгоритм написання курсової (дипломної) роботи*. Він дисциплінує виконавця, лімітує термін, відведений на вибір теми, підбір та аналіз літератури з теми дослідження, написання, оформлення і захист курсової (дипломної) роботи.

Курсову (дипломну) роботу доцільно виконувати у такій послідовності: вибір теми – з'ясування об'єкта і предмета – визначення мети і завдань дослідження – виявлення і підбір літератури з теми, її вивчення – складання попереднього плану – написання вступу – виклад теорії і методики – вивчення досвіду роботи – формулювання висновків і рекомендацій – оформлення списку використаних джерел та додатків. Потім здійснюється літературне й технічне оформлення роботи, її рецензування, підготовка до захисту і захист курсової (дипломної) роботи.

Виконання курсової (дипломної) роботи організується відповідно до графіка, затвердженого кафедрою та деканатом.

Процес роботи над дослідженням поділяється на три основні етапи: підготовчий; етап роботи над змістом; заключний етап.

Підготовчий етап починається з вибору теми курсової (дипломної) роботи, її осмислення та обґрунтування. З переліку тем, запропонованих кафедрою, студент вибирає ту, яка найповніше відповідає його навчально-виробничим інтересам та нахилом. Перевага надається темі, при розробці якої студент може виявити максимум особистої творчості та ініціативи. Разом із керівником необхідно визначити межі розкриття теми та перелік установ, досвід роботи яких буде висвітлюватись у дослідженні.

При з'ясуванні об'єкта, предмета і мети дослідження необхідно зважати на те, що між ними і темою курсової (дипломної) роботи є системні логічні зв'язки. *Об'єктом дослідження* є вся сукупність відношень різних аспектів теорії і практики науки, яка слугує джерелом необхідної для дослідника інформації. *Предмет дослідження* — це тільки ті суттєві зв'язки та відношення, які підлягають безпосередньому вивченню в даній роботі, є головними,

визначальними для конкретного дослідження. Таким чином, предмет дослідження є вужчим, ніж об'єкт.

Визначаючи об'єкт, треба знайти відповідь на запитання: що розглядається? Разом з тим предмет визначає аспект розгляду, дає уявлення про зміст розгляду об'єкта дослідження, про те, які нові зв'язки, властивості, аспекти і функції об'єкта розкриваються. Іншими словами, об'єктом виступає те, що досліджується. А предметом – те, що в цьому об'єкті має наукове пояснення. Правильне, науково обґрунтоване визначення об'єкта дослідження — це не формальна, а суттєва, змістова наукова акція, зорієнтована на виявлення місця і значення предмета дослідження в більш цілісному і широкому понятті дослідження. Треба знати, що об'єкт дослідження – це частина об'єктивної реальності, яка на даному етапі стає предметом практичної і теоретичної діяльності людини як соціальної істоти (суб'єкта). Предмет дослідження є таким його елементом, який включає сукупність властивостей і відношень об'єкта, опосередкованих людиною (суб'єктом) у процесі дослідження з певною метою в конкретних умовах.

Мета дослідження пов'язана з об'єктом і предметом дослідження, а також з його кінцевим результатом і шляхом його досягнення. Кінцевий результат дослідження передбачає вирішення студентами проблемної ситуації, яка відображає суперечність між типовим станом об'єкта дослідження в реальній практиці і вимогами суспільства до його більш ефективного функціонування. Кінцевий результат відображає очікуваний від виконання позитивний ефект, який формується двоступенево: перша частина – у вигляді суспільної корисності; друга – у вигляді конкретної користі, віднесеної до основного предмета дослідження.

Наявність поставленої мети дослідження дозволяє визначити *завдання дослідження*, які можуть включати такі складові:

- вирішення певних теоретичних питань, які входять до загальної проблеми дослідження (наприклад, виявлення сутності понять, явищ, процесів, подальше вдосконалення їх вивчення, розробка ознак, рівнів функціонування, критеріїв ефективності, принципів та умов застосування тощо);

- всебічне (за необхідності й експериментальне) вивчення практики вирішення даної проблеми, виявлення її типового стану, недоліків і труднощів, їх причин, типових особливостей передового досвіду. Таке вивчення дає змогу уточнити, перевірити дані, опубліковані в спеціальних неперіодичних і періодичних виданнях, підняти їх на рівень наукових фактів, обґрунтованих у процесі спеціального дослідження;

- обґрунтування необхідної системи заходів щодо вирішення даної проблеми;

- експериментальна перевірка запропонованої системи заходів щодо відповідності її критеріям оптимальності, тобто досягнення максимально важливих у відповідних умовах результатів вирішення цієї проблеми при певних затратах часу і зусиль;

- розробка методичних рекомендацій та пропозицій щодо використання результатів дослідження у практиці роботи відповідних установ (організацій).

Виконання завдань дослідження неможливе без ознайомлення з основними літературними (а можливо й архівними) джерелами з теми курсової (дипломної) роботи. З метою повного їх виявлення необхідно використовувати різні джерела пошуку: каталоги і картотеки кафедр та бібліотеки вищого навчального закладу, а також провідних наукових (бібліотек міста, бібліотечні посібники, прикнижні та пристатейні списки літератури, виноски і посилання в підручниках, монографіях, словниках та ін., покажчики змісту річних комплектів спеціальних періодичних видань.

Під час джерелознавчих пошуків необхідно з'ясувати стан вивченості обраної теми сучасною наукою, щоб не повторювати в роботі загальновідомих істин, конкретніше і точніше визначити напрями та основні розділи свого дослідження.

Бібліографічні виписки джерел краще робити на каталожних картках з метою створення робочої картотеки, яка, на відміну від записів у зошиті, зручна тим, що її завжди можна поповнювати новими матеріалами, контролювати повноту добору літератури з кожного розділу курсової (дипломної) роботи, знаходити необхідні записи. Картки можна групувати у будь-якому порядку, залежно від

мети або періоду роботи над дослідженням.

У початковий період роботи над темою найзручнішою є розстановка карток в єдиному алфавіті прізвищ авторів та назв видань. Можна згрупувати картки в картотеці за основними питаннями, що розкривають зміст теми курсової (дипломної) роботи. Тоді на каталожних роздільниках олівцем пишуть назви основних структурних частин роботи: Вступ, Розділ (його назва), Висновки та ін. Картотека наповнюється картками відповідно до теми розділів і підрозділів, щоб своєчасно звернути увагу на недостатню кількість матеріалу з того чи іншого питання. Доцільно використовувати дублювання карток у різних розділах та підрозділах, якщо в статті або монографії розкрито комплекс питань з теми дослідження.

Картки робочої картотеки використовують для складання списку літератури, тому бібліографічні описи на картках повинні бути повними, відповідати вимогам стандарту 7.1–84. Крім основних відомостей про видання, на картках розміщують анотацію, а також шифр документа і назву бібліотеки, в якій він зберігається.

Складену з теми роботи картотеку необхідно дати на перегляд науковому керівникові, який порекомендує праці, котрі треба вивчити в першу чергу, а також ті, які слід виключити з картотеки або включити до неї. Після узгодження з керівником наповнення картотеки встановлюється наявність необхідних видань у бібліотеках інституту та міста. Після цього студент розпочинає їх вивчення, переходячи до другого етапу роботи над дослідженням.

Другий етап (*робота над текстом*) починається з вивчення та конспектування літератури з теми курсової (дипломної) роботи. Вивчення літератури треба починати з праць, де проблема відображається в цілому, а потім переходити до вузких досліджень. Починати ознайомлення з виданням треба з титульного аркуша, з'ясувавши, де, ким, коли воно було видано. Треба переглянути зміст, який розкриває структуру видання, наповнення його розділів, звернутися до передмови, де розкрито призначення видання, завдання, поставлені в ньому автором.

Читаючи видання, треба уважно стежити за ходом авторської думки, вміти відрізнити головні положення від доказів й

ілюстративного матеріалу. Часто статті з наукових збірок складні для сприйняття, тому необхідно їх читати кілька разів, намагаючись виділити головну ідею та аргументи, якими автор її доводить. З'ясовуючи це, треба виписати всі необхідні цитати, цифри, факти, умови, аргументи, якими оперує автор, доводячи основну ідею статті.

Конспектуючи матеріал, слід постійно пам'ятати тему курсової (дипломної) роботи, щоб виписувати тільки те, що має відношення до теми дослідження. Виписувати цитати треба на одну сторону окремих аркушів паперу стандартного розміру, що допомагає краще орієнтуватися в накопиченому матеріалі, систематизувати його за темами і проблемами. Кожна цитата, приклад, цифровий матеріал мають супроводжуватися точним описом джерела з позначенням сторінок, на яких опубліковано цей матеріал. Застосування так званих розлапкованих цитат, коли думки іншого автора видаються за особисті, розглядається як грубе порушення літературної та наукової етики, кваліфікується як плагіат.

Однак це не означає, що студент зовсім не повинен спиратися на праці інших авторів: чим ширше і різноманітніше коло джерел, які він використовував, тим вищою є теоретична та практична цінність його дослідження. Після конспектування матеріалу необхідно перечитати його знову, щоб склалося цілісне уявлення про предмет вивчення.

Правильна та логічна структура курсової (дипломної) роботи — це запорука успіху розкриття теми. Процес уточнення структури складний і може тривати протягом усієї роботи над дослідженням. Попередній план роботи треба обов'язково показати науковому керівникові.

Готуючись до викладення тексту курсової (дипломної) роботи, доцільно ще раз уважно прочитати її назву, що і містить проблему, яка повинна бути розкрита. Проаналізований та систематизований матеріал викладається відповідно до змісту у вигляді окремих розділів і підрозділів (глав і параграфів). Кожний розділ (глава) висвітлює самостійне питання, а підрозділ (параграф) — окрему частину цього питання.

Тема повинна бути розкрита без пропуску логічних ланок, тому, починаючи працювати над розділом, треба відмітити його головну

ідею, а також тези кожного підрозділу. Тези необхідно підтверджувати фактами, думками різних авторів, результатами анкетування та експерименту, аналізом конкретного практичного досвіду. Треба уникати безсистемного викладення фактів без достатнього їх осмислення та узагальнення. Думки мають бути пов'язані між собою логічно, увесь текст має бути підпорядкований одній головній ідеї. Один висновок не повинен суперечити іншому, а підкріплювати його. Якщо висновки не будуть пов'язані між собою, текст втратить свою єдність. Один доказ має впливати з іншого. Для доказу кожного положення треба наводити аргументи, розташовуючи їх таким чином: *середній доказ – слабкий доказ – сильний доказ або сильний – слабкий – середній*.

До кожного розділу (глави) роботи необхідно зробити *висновки*, на основі яких формулюють висновки до всієї роботи в цілому. Достовірність висновків загалом підтверджується вивченням практичного досвіду роботи конкретних установ, щодо яких проводиться дослідження. Оперативно і в повному обсязі зібрати практичний матеріал, узагальнити його та систематизувати допоможе оволодіння студентом основними *методами дослідження*: спостереженням, експериментом, бесідою, анкетуванням, інтерв'ю, математичними методами обробки кількісних даних, методом порівняльного аналізу та ін. Найкращих результатів можна досягти при комплексному використанні цих методів, проте слід мати на увазі, що залежно від особливостей теми дослідження, специфіки предмета і конкретних умов окремі методи можуть набути переважного значення.

Накопичуючи та систематизуючи факти, треба вміти визначати їх достовірність і типовість, найсуттєвіші ознаки для наукової характеристики, аналізу, порівняння. Аналіз зібраних матеріалів слід проводити у сукупності, з урахуванням усіх сторін відповідної сфери діяльності (чи установи). Порівняльний аналіз допомагає виділити головне, типове в питаннях, що розглядаються, простежити зміни, що сталися в роботі культурологічних і документно-інформаційних установ протягом останніх років, виявити закономірності, проаналізувати причини труднощів у їх функціонуванні, визначити тенденції та перспективи подальшого розвитку.

Кількісні дані, що ілюструють практичний досвід роботи, можна проаналізувати шляхом ранжирування, розподіливши матеріали за роками, звівши їх у статистичні таблиці, таблиці для порівняння та ін., що дозволить зробити конкретні висновки.

Таким чином, широке використання відомих у науці методів накопичення, вивчення, систематизації фактів та практичного досвіду в цілому дасть змогу виконати основне завдання курсового (дипломного) дослідження: поєднати різні роз'єднані знання в цілісну систему, вивести певні закономірності, визначити подальші тенденції розвитку теорії та практики відповідної сфери діяльності.

На *заключному* етапі передбачається написання студентом вступу та висновків до курсової (дипломної) роботи, оформлення списку літератури та додатків, редагування тексту, його доопрацювання з урахуванням зауважень наукового керівника, підготовка роботи до захисту.

Вступ доцільно писати після того, як написана основна частина курсової (дипломної) роботи. У вступі обґрунтовується актуальність теми, що вивчається, її практична значущість; визначаються об'єкт, предмет, мета і завдання дослідження; розглядаються методи, за допомогою яких воно проводилось; розкривається структура роботи, її основний зміст. Якщо студент вирішив не торкатися деяких аспектів теми, він повинен зазначити про це у вступі.

Обов'язковою частиною вступу є *огляд літератури* з теми дослідження, в який включають найбільш цінні, актуальні роботи (10-15 джерел). Огляд має бути систематизованим аналізом теоретичної, методичної й практичної новизни, значущості, переваг та недоліків розглянутих робіт, які доцільно згрупувати таким чином: роботи, що висвітлюють історію розвитку проблеми, теоретичні роботи, які повністю присвячені темі, потім ті, що розкривають тему частково. В огляді не слід наводити повний бібліографічний опис публікацій, що висвітлюються, достатньо назвати автора й назву, а поруч у дужках проставити порядковий номер бібліографічного запису цієї роботи в списку літератури. Закінчити огляд треба коротким висновком про сутність висвітленості в літературі основних аспектів теми.

Логічним завершенням курсової (дипломної) роботи є *висновки*. Головна їх мета – підсумок проведеної роботи. Висновки подаються у вигляді окремих лаконічних положень, методичних рекомендацій. Дуже важливо, щоб вони відповідали поставленим завданням. У висновках необхідно зазначити не тільки те позитивне, що вдалося виявити в результаті вивчення теми, а й недоліки та проблеми, а також конкретні рекомендації щодо їх усунення. Основна вимога до заключної частини – не повторювати змісту вступу, основної частини роботи і висновків, зроблених у розділах.

Список використаної літератури складається на основі робочої картотеки і відображає обсяг використаних джерел та ступінь вивченості досліджуваної теми, є "візитною картою" автора роботи, його професійним обличчям, свідчить про рівень володіння навичками роботи з науковою літературою. "Список..." повинен містити бібліографічний опис джерел, використаних студентом під час роботи над темою. Укладаючи його, необхідно дотримуватись вимог державного стандарту. Кожний бібліографічний запис треба починати з нового рядка, літературу слід розташовувати в алфавітному порядку авторів та назв праць, спочатку видання українською мовою, потім – іноземними. Бібліографічні записи в "Списку..." повинні мати порядкову нумерацію. У тексті роботи слід давати у дужках посилання на номери списку. Якщо необхідно вказати номер сторінки, її ставлять через кому після номера видання.

Завершуючи написання курсової (дипломної) роботи, необхідно систематизувати ілюстративний матеріал. Ілюстрації можна подавати у тексті або оформляти у вигляді додатків. Усі *додатки* повинні мати порядкову нумерацію та назви, що відповідають їхньому змісту. Нумерація аркушів з додатками продовжує загальну нумерацію сторінок основного тексту роботи. Обсяг курсової роботи має бути в межах 25–50 сторінок машинопису, обсяг дипломної роботи – в межах 50–80 сторінок машинопису, без урахування додатків і списку літератури.

Літературне оформлення курсової (дипломної) роботи є важливим елементом її виконання і одним із багатьох чинників, на які

тільки комісія при оцінюванні під час захисту. Передусім звертається уваги на змістовний аспект викладу матеріалу (логічність і послідовність, повнота і репрезентативність, тобто широта використання наукових джерел, загальна грамотність та відповідність стандартам і прийнятим правилам), а також на текст роботи, список літератури і додатки, на зовнішнє оформлення титульного аркуша.

Курсову (дипломну) роботу рекомендується виконувати спочатку в чорновому варіанті. Це дозволяє вносити до тексту необхідні зміни і доповнення як з ініціативи самого автора, так і згідно з зауваженнями керівника.

Перш ніж ознайомлювати керівника з чернеткою, треба ще раз переглянути, чи логічно викладено матеріал, чи є зв'язок між параграфами та главами, чи весь текст "працює" на головну ідею курсової (дипломної) роботи. Такий уявний аналіз роботи допоможе краще побачити нелогічність в її структурі та змісті.

Оформляючи текст роботи, треба знайти час для повторного перегляду першоджерел. Це допоможе побачити все цінне, що було пропущено на початку вивчення теми, наштовхне на цікаві думки, поглибить розуміння проблеми.

Доцільно відкласти текст і повернутися до нього через деякий час, щоб подивитися на роботу очима сторонньої особи. Весь цей час не слід читати щось із теми роботи, але постійно думати над нею. У цей період, коли тема вивчена та викладена, з'являються власні думки, власна оцінка та розуміння проблеми – неодмінна умова поліпшення структури і змісту роботи.

Під час редагування тексту бажано прочитати роботу вголос, що дозволить побачити можливу непереконливість доказів, кострубатість фраз та уникнути цього. Не треба боятися скорочувати написане – від цього текст тільки виграє. Під час підготовки чернетки слід ретельно відредагувати кожне речення, звернути увагу на вибір необхідних формулювань, які б просто і чітко, коротко й доступно виражали зміст викладених питань. Не варто послуговуватися складними синтаксичними конструкціями – вони часом слабо пов'язані між собою логічно, містять двозначні тлумачення тощо.

У курсовій (дипломній) роботі необхідно прагнути дотримуватися прийнятої термінології, позначень, умовних скорочень і символів, не рекомендується вживати слова і вирази-штампи, вести виклад від першої особи: "Я спостерігав", "Я вважаю", "Мені здається", "На мою думку", "Ми отримуємо", "Ми спостерігаємо". Слід уникати в тексті частих повторень слів чи словосполучень.

При згадуванні в тексті прізвищ (учених-дослідників, практиків) ініціали, як правило, ставляться перед прізвищем (Ю.М. Столяров, а не Столяров Ю.М., як це прийнято в списку літератури).

До формулювань заголовків (назв) розділів (глав) і підрозділів (параграфів) курсової (дипломної) роботи висуваються такі основні вимоги: стислість, чіткість і синтаксична різноманітність у побудові речень. Розділи і підрозділи прийнято нумерувати арабськими цифрами. Параграфи (підрозділи) нумерують окремо в кожному розділі. Позначення розділів (глав), параграфів і їхні порядкові номери пишуться в одному рядку з заголовком, причому в кінці крапка не ставиться.

Сторінки роботи повинні мати поля: ліве – 30 мм, зверху – 20 мм, праве – 10 мм, знизу – 25 мм. Таблиці, малюнки, схеми, графіки та інші ілюстративні матеріали як у тексті роботи, так і в додатках слід виконувати на стандартних аркушах (21 x 29,7 см) або наклеювати на стандартні білі аркуші.

Усі сторінки роботи нумеруються від титульної до останньої без пропусків або літерних додатків. Першою сторінкою вважається титульний аркуш, на ній цифра 1 не ставиться, другою вважається сторінка, що містить "зміст", на ній цифра 2 не ставиться, на наступній сторінці проставляється цифра 3 і далі згідно з порядком. Порядковий номер сторінки проставляється посередині верхнього поля.

Курсова (дипломна) робота відкривається титульним аркушем. На ньому вказуються міністерство, назва ВНЗ, назва кафедри, на якій вона виконувалась, повна назва теми роботи, прізвище та ініціали студента-дипломника, курс, група, факультет, де він навчається, прізвище, ініціали, вчене звання наукового керівника, рік і місце виконання роботи. На наступній сторінці розміщується зміст із

визначенням сторінок, на яких кожний з елементів плану викладений у роботі. Всі розділи і підрозділи, що є у плані, мають бути виділені в тексті заголовками та підзаголовками.

Дипломна робота друкується та подається Державній екзаменаційній комісії (ДЕК) з рецензією провідного спеціаліста чи практичного працівника та відгуком наукового керівника.

Захист курсової роботи проводиться відповідно до графіка, затвердженого кафедрою, в присутності комісії у складі керівника та двох-трьох членів кафедри.

Захист дипломної роботи відбувається на відкритому засіданні Державної екзаменаційної комісії та регламентується "Положенням про організацію навчального процесу у вищих навчальних закладах".

Захист дипломних робіт може проводитись як у вищому навчальному закладі, так і на підприємствах, у закладах та організаціях, якщо тема має для них науково-теоретичний або практичний інтерес або у разі виконання роботи на їх базі.

До захисту дипломних робіт допускаються студенти, які виконали всі вимоги навчального плану. Списки студентів, допущених до захисту дипломних робіт, подаються в державну комісію деканом факультету.

Державній комісії перед захистом дипломних робіт декан факультету подає такі документи:

-зведена відомість про виконання студентами навчального плану і про отримані ними оцінки з теоретичних дисциплін, курсових робіт, практик, державних екзаменів (тільки перед захистом дипломних робіт);

-відгук керівника про дипломну роботу;

-рецензія на дипломну роботу спеціаліста відповідної кваліфікації і профілю.

Склад рецензентів затверджується деканом факультету за поданням завідувача випускової кафедри.

Державній комісії можуть бути подані також інші матеріали, що характеризують наукову і практичну цінність виконаної роботи: друковані статті за темою роботи, документи, які підтверджують

практичне застосування роботи, макети, таблиці, діаграми виробів, схеми тощо.

Члени комісії заздалегідь знайомляться зі змістом роботи. На захист можуть бути запрошені керівники підприємств, організацій, установ, на замовлення яких було здійснено дослідження.

Процедура захисту включає:

- доповідь студента про зміст роботи;
- запитання до автора;
- оголошення відгуку наукового керівника або його виступ (для дипломної роботи – й рецензента);
- відповіді студента на запитання членів комісії із захисту курсової роботи (для дипломної роботи - членів ДЕК) та осіб, присутніх на захисті;
- заключне слово студента;
- рішення комісії про оцінку роботи.

Доповідь необхідно підготувати заздалегідь у формі виступу, в якому доцільно висвітлити такі важливі питання: обґрунтування актуальності теми дослідження; мета, завдання, об'єкт, предмет дослідження; що вдалося встановити, виявити, довести; якими методами це досягнуто; елементи новизни у теоретичних положеннях та в практичних рекомендаціях; з якими труднощами довелося зіткнутися в процесі дослідження, які положення не знайшли підтвердження. У виступі мають міститися також відповіді на основні зауваження наукового керівника, а для дипломної роботи – і рецензента. Доповідь студента не повинна перевищувати за часом 10–15 хвилин. Для кращого сприймання присутніми матеріалу бажано ілюструвати його графічним матеріалом (карти, таблиці, діаграми, графіки), виконаним на аркушах паперу формату А1 або з використанням сучасних мультимедійних пристроїв.

Під час захисту курсової (дипломної) роботи студент зобов'язаний дати вичерпні відповіді на всі зауваження у відгуках та рецензіях, а також у виступах на захисті. Захист дипломної роботи фіксується в протоколі ДЕКУ.

Результати захисту дипломної (курсорової) роботи визначаються

оцінками "відмінно", "добре", "задовільно" і "незадовільно" з урахуванням якості виконання всіх частин курсової роботи та рівня її шкільності. Оцінка за курсову роботу заноситься до залікової книжки студента та до екзаменаційної відомості. Оцінка з дипломної роботи виставляється на закритому засіданні ДЕК і оголошується її головою дипломникові і всім присутнім на відкритому засіданні. При визначенні оцінки слід зважати на якість роботи, рівень наукової та практичної підготовки студента.

Студент, який на захисті дипломної роботи отримав незадовільну оцінку, відраховується з вищого навчального закладу, і йому видається академічна довідка. У разі, коли захист дипломної роботи визнається незадовільним, державна комісія встановлює, чи може студент подати на повторний захист ту саму роботу з доопрацюванням, чи він зобов'язаний опрацювати нову тему, визначену відповідною кафедрою.

Студент, який не склав державного екзамену або не захистив дипломний проект (роботу), допускається до повторного складання державних екзаменів чи захисту дипломного проекту (роботи) протягом трьох років після закінчення вищого навчального закладу.

Студентам, які не склали державні екзамени або не захищали дипломний проект (роботу) з поважної причини (документально підтвердженої ректором (директором) вищого навчального закладу), може бути продовжений строк навчання до наступного терміну роботи державної комісії зі складанням державних екзаменів чи захистом дипломних проектів (робіт), але не більше одного року.

Студенти, які виявили особливі здібності до наукової творчості, захистили дипломну роботу на "відмінно", мають публікації, є переможцями Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт, можуть бути рекомендовані державною комісією до вступу до аспірантури.

Кращі роботи можна рекомендувати на конкурси студентських робіт, а також до друку в студентських збірниках. Дипломні і курсові роботи подаються на конкурси, коли вони представляють собою розробки, проведені студентами в процесі навчання, і отримані в них результати опубліковані, впроваджені в практику або в навчальний

процес. При цьому учасниками конкурсу можуть бути студенти поточного навчального року або ті, хто закінчив ВНЗ у поточному навчальному році.

Захищені курсові роботи здаються на випускову кафедру (1 прим.), а дипломні – в архів ВНЗ. Зберігаються дипломні роботи протягом 5 років, курсові зберігаються на кафедрі 1 рік. За необхідності дипломні роботи можуть надсилатися до іншої бібліотеки, установи, закладу за їх замовленням для впровадження в практику висновків і рекомендацій дипломників.

6.5. Магістерська робота як кваліфікаційне дослідження

Підготовка кваліфікованих працівників, молодших спеціалістів, бакалаврів, спеціалістів та магістрів здійснюється за освітньо-кваліфікаційними рівнями згідно з відповідними освітньо-професійними програмами.

***Магістр** – це освітньо-кваліфікаційний рівень фахівця, який на основі кваліфікації бакалавра або спеціаліста здобув поглиблені спеціальні уміння та знання інноваційного характеру, має певний досвід їх застосування та продукування нових знань для вирішення проблемних професійних завдань у певній галузі.*

Магістр повинен мати широку ерудицію, фундаментальну наукову базу, володіти методологією наукової творчості, сучасними інформаційними технологіями, методами отримання, обробки, зберігання і використання наукової інформації, бути спроможним до плodотворної науково-дослідницької і науково-педагогічної діяльності.

Магістерська освітньо-професійна програма включає в себе дві приблизно однакові за обсягом складові – освітню і науково-дослідницьку. Зміст науково-дослідницької роботи магістра визначається індивідуальним планом. Одночасно призначається науковий керівник, який повинен мати науковий ступінь і (або) вчене звання та працювати в даному ВНЗ.

Підготовка магістра завершується захистом магістерської кваліфікаційної роботи на засіданні Державної екзаменаційної комісії.

Магістерська кваліфікаційна робота – це самостійна науково-дослідницька робота, яка виконує кваліфікаційну функцію, тобто готується з метою публічного захисту і отримання кваліфікації магістра.

Основне завдання її автора – продемонструвати рівень своєї наукової кваліфікації, вміння самостійно вести науковий пошук і вирішувати конкретні наукові завдання. Ця випускова кваліфікаційна робота наукового змісту має внутрішню єдність і відображає хід та результати розробки вибраної теми. Вона представляє собою новий по суті і досить специфічний вид кваліфікаційної роботи, який містить елементи наукових досліджень.

Магістерська робота, з одного боку, має узагальнюючий характер, оскільки є своєрідним підсумком підготовки магістра, а з іншого – є самостійним оригінальним науковим дослідженням студента, у розробці якого зацікавлені установи, організації або підприємства.

Оскільки підготовка магістрів у нашій країні є справою відносно новою, то поки що не розроблені більш-менш уніфіковані вимоги щодо змісту й структури магістерської дисертації як виду кваліфікаційної роботи. Прийнятною вважається така її структура:

- титульний аркуш;
- зміст;
- вступ;
- розділи і підрозділи основної частини;
- висновки;
- список використаних джерел;
- додатки.

Наповнення кожної частини магістерської кваліфікаційної роботи визначається її темою. Вибір теми, етапи підготовки, пошук бібліографічних джерел, вивчення їх і добір фактичного матеріалу, методика написання, правила оформлення та захисту магістерської кваліфікаційної роботи мають багато спільного з дипломною роботою студента і кандидатською дисертацією здобувача наукового ступеня.

Виходячи з того, що магістерська підготовка – це, по суті, лише

перший серйозний крок студента до науково-дослідницької і науково-педагогічної діяльності, що логічно завершується вступом до аспірантури і підготовкою кандидатської дисертації, магістерська кваліфікаційна робота не може розглядатись як науковий твір вищого ґатунку, оскільки кваліфікація магістра – це не вчений, а лише академічний ступінь, який підтверджує освітньо-професійний рівень випускника вищої школи і свідчить про наявність у нього знань, умінь і навичок, притаманних науковому працівникові-початківцю.

Вимоги до магістерської кваліфікаційної роботи в науковому відношенні вищі, ніж до дипломної роботи, однак нижчі, ніж до кандидатської дисертації.

На відміну від дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата і доктора наук, що є науково-дослідницькими працями, магістерська кваліфікаційна робота як самостійне наукове дослідження кваліфікується як навчально-дослідницька праця, в основу якої покладено моделювання більш-менш відомих рішень. Її тематика та науковий рівень мають відповідати освітньо-професійній програмі навчання. Виконання зазначеної роботи повинне не стільки вирішувати наукові проблеми (завдання), скільки засвідчувати, що її автор здатний належним чином вести науковий пошук, розпізнавати професійні проблеми, знати загальні методи і прийоми їх вирішення. У той же час, будь-яка магістерська дипломна робота повинна мати елементи наукової новизни, яка повинна формулюватись згідно з вимогами ДАК України.

При оцінці випускової кваліфікаційної роботи виходять з того, що магістр повинен уміти:

- формулювати мету і завдання дослідження;
- складати план дослідження;
- вести бібліографічний пошук із застосуванням сучасних інформаційних технологій;
- використовувати сучасні методи наукового дослідження, модифікувати наявні та розробляти нові методи, виходячи із завдань конкретного дослідження;
- обробляти отримані дані, аналізувати і синтезувати їх на базі

відомих літературних джерел;

- оформляти результати досліджень відповідно до сучасних вимог у вигляді звітів, рефератів, статей.

Процедура підготовки і захисту магістерської кваліфікаційної роботи подібна до захисту дипломної роботи і є спрощеною порівняно з кандидатською і докторською дисертаціями. Якщо основні положення, висновки і рекомендації кандидатського і докторського дослідження мають бути опубліковані в наукових виданнях, то стосовно магістерської кваліфікаційної роботи ця вимога не є обов'язковою. Процедура захисту магістерської кваліфікаційної роботи не потребує автореферату.

Здобувач ступеня кандидата і доктора наук подає в спеціалізовану вчену раду перелік документів, регламентованих ВАК України. Здобувач кваліфікації магістра обмежується поданням у Державну екзаменаційну комісію лише самої магістерської роботи (разом з відгуками наукового керівника і провідного фахівця-рецензента) і довідки про виконання індивідуального плану з освітньо-професійної програми магістра.

Спрощеною є й сама процедура публічного захисту магістерської роботи, оскільки не потрібно призначати декількох офіційних опонентів, у тому числі одного стороннього і провідної установи. Така дисертація підлягає лише обов'язковому рецензуванню. Незважаючи на суттєві відмінності між магістерською роботою і кандидатською дисертацією, принципи їх підготовки – загальні.

Студенти, які успішно закінчили магістратуру, як правило, продовжують навчання в аспірантурі.

6.6. Керівництво курсовою (дипломною, магістерською) роботою та її рецензування

Керівництво курсовими (дипломними, магістерськими) роботами доручають кваліфікованим викладачам (професорам, доцентам) ВНЗ.

Обов'язки наукового керівника курсової (дипломної, магістерської) роботи:

- надавати допомогу у виборі теми, розробці плану (змісту) курсової (дипломної, магістерської) роботи; доборі літератури, методології та методів дослідження та ін.;
- аналізувати зміст роботи, висновки і результати дослідження;
- визначати поетапні терміни виконання роботи;
- контролювати виконання курсової (дипломної, магістерської) роботи;
- доповідати на засіданні кафедри про виконання та завершення роботи;
- дати відгук на роботу.

Автор дипломної (магістерської) роботи повинен отримати на неї письмовий відгук наукового керівника та рецензію від провідного спеціаліста або працівника закладу, де проводився експеримент чи вивчався практичний досвід.

Відгук наукового керівника дипломної (магістерської) роботи пишеться (друкується) у двох примірниках у довільній формі. У ньому визначають: актуальність теми; ступінь наукового і практичного значення праці; рівень підготовки дипломника до виконання професійних обов'язків; ступінь самостійності у виконанні дипломної роботи; новизну поставлених питань та оригінальність їх вирішення; вміння використовувати літературу; ступінь оволодіння методами дослідження; повноту та якість розробки теми; логічність, послідовність, аргументованість, літературну грамотність викладення матеріалу; можливість практичного застосування дипломної роботи або окремих її частин; висновок про те, якою мірою вона відповідає вимогам, що ставляться перед дипломними кваліфікаційними роботами.

Рецензію на дипломну (магістерську) роботу надає спеціаліст-практик відповідної кваліфікації. Вона теж складається в довільній формі, може висвітлювати ті ж питання, що й відгук керівника. Особливу увагу в ній слід звернути на: актуальність теми; вміння застосовувати теоретичні знання для вирішення конкретних практичних завдань; наявність у роботі особистих пропозицій і рекомендацій, їх новизна, перспективність, практична цінність; достовірність результатів і обґрунтованість висновків дипломника

(магістранта); стиль викладу та оформлення роботи; недоліки роботи.

Рецензент, як і науковий керівник, оцінює дипломну (магістерську) роботу за існуючою системою. Рецензію можна й не завершувати оцінкою, якщо остання впливає зі змісту відгуку або рецензії.

6.7. Застосування комп'ютерних засобів в обробці результатів наукових досліджень

Для спрощення обробки результатів наукових досліджень, розв'язання науково-технічних і математичних завдань доцільно використовувати сучасні комп'ютерні технології. Застосування комп'ютера здійснюється у таких напрямках:

- використання математичних пакетів (електронні таблиці MS Excel, пакети Mathcad, Mathematica, Statistica та ін.) для виконання обчислень та графічних залежностей:

- створення спеціальних програм із застосуванням популярних мов програмування (C++, Visual Basic, Delphi, Visual C, Java, C# тощо).

Перший напрям не вимагає від науковця глибокого знання програмування і дозволяє сконцентруватися саме на розв'язанні відповідної математичної задачі, а не на програмуванні математичних функцій, які вже запрограмовані в пакеті. Великою перевагою математичних пакетів є можливість подати результати обчислень не тільки у числових значеннях, а й у вигляді графіків та діаграм.

Другий напрям вимагає досконалого знання мов програмування і використовується, здебільшого, для створення оригінальних програм для завдань, які не розв'язуються за допомогою математичних пакетів. У першу чергу це стосується створення динамічних моделей реальних природних процесів з використанням елементів графіки та мультимедія, які органічно вбудовуються у програму.

Використання розроблених програм дозволяє пришвидшити процес обчислень, виключає можливість допущення помилок під час введення даних, підвищує точність одержаних результатів та

забезпечує можливість їх аналізу на основі гістограм або графіків.

Однією з потужних сучасних комп'ютерних програм для розв'язання статистичних задач є електронні таблиці MS EXCEL, які дозволяють виконувати програмовані обчислення над даними, що представлені у вигляді таблиці, та отримувати результати обчислень як у числовому вигляді, так і у вигляді графіків або діаграм. Програмою передбачено оброблення статистичних вибірок, які вводяться у будь-якій послідовності. Після зміни кожного із вхідних даних програма виконує миттєвий перерахунок усіх результатів, що забезпечує можливість наочного коригування та аналізу результатів. Програма забезпечує визначення основних статистичних характеристик та показників їх точності, а також перевірку нормального розподілу відхилень середнього значення. Графічне зображення статистичного ряду у вигляді гістограми забезпечує наочність результатів та можливість їх детального аналізу.

Серед існуючих комп'ютерних математичних програм найпотужнішим математичним пакетом є Mathcad, який відповідає запитам як інженера, так і науковця. Однією з найважливіших переваг пакета є реалізація принципу WYSIWYG, який означає, що все відображене на екрані буде надрукованим на папері. Згідно з цим принципом формули у програмі мають такий самий вигляд, як у математичних виразах. Такий підхід до подання формул дозволяє уникнути помилок під час створення програми розрахунку. Система має зручну і досконалу графічну оболонку, яка надає користувачеві значну кількість інструментів для роботи з формулами, числами, графіками та текстом. У Mathcad доступні декілька сотень операторів і логічних функцій, які призначені для числового та символічного розв'язання математичних задач різної складності. До цих функцій належать функції обчислення статистичних показників, показників регресійного аналізу, матричні обчислення та багато інших, які в першу чергу цікавлять науковців.

Однією з багатьох унікальних можливостей Mathcad є досконала довідкова та навчальна система з прикладами, які можна не тільки вивчати та переглядати, а й безпосередньо використовувати для

прискорення виконання складних обчислень. Усі приклади оформлені у вигляді електронних книг, а головною книгою можна вважати «Центр ресурсів», в якій наведено численні приклади розв'язання типових завдань.

Деякі завдання наукових досліджень вимагають створення програм із застосуванням спеціальних сучасних середовищ програмування. Одним із таких середовищ є пакет об'єктно-орієнтованого програмування Delphi, який має досконалий і сучасний інтерфейс, можливості приєднання та використання стандартних функцій MS Windows, підтримує роботу в локальних мережах, обмінюється даними з іншими програмами в процесі виконання. Пакет Delphi побудований на нових засадах, пов'язаних з операційною системою MS Windows, об'єктно-орієнтованим програмуванням, технологією візуального проектування, використанням як готових стандартних компонент, так і розроблених користувачем і поміщених у бібліотеку. Завдяки цим якостям науковець може швидко і якісно розробляти програми для тих конкретних задач, які виникають під час дослідження.

Сучасні персональні комп'ютери мають графічні кольорові дисплеї, велику пам'ять, високу швидкість і дозволяють розробляти такі програми, які відтворюють на екрані реальні процеси.

Застосування комп'ютерних програм для моделювання динамічних процесів дозволяє отримувати:

- наочність подання інформації, оскільки на екрані комп'ютера зображуються близькі до реальності основні елементи досліджуваних процесів, які динамічно змінюються під час виконання програми;
- значну економію коштів і часу, оскільки змодельований процес замінює проведення досліджень у лабораторії, для яких необхідні спеціальні прилади, матеріали, значні витрати електроенергії;
- оформлені результати досліджень не тільки у вигляді таблиць, а також у вигляді діаграм і графіків, які дають можливість аналізувати вплив різних факторів на досліджуваний процес.

6.8. Складання звітів про науково-дослідні роботи і публікація їх результатів

Основним документом про виконану роботу є звіт, який з вичерпною повнотою має відбивати зміст і всі проміжні та остаточні результати роботи.

Складання звіту – це невід’ємна частина наукового дослідження, творчий процес.

Вимоги до складання звіту про НДР зумовлюються ГОСТ 19600-74 і враховують досвід роботи щодо складання звітів практично в усіх галузях науки й техніки. Виконання цих вимог є обов’язковим.

Звіт має бути розрахований на широке коло користувачів, кожний з яких повинен легко добувати зі звіту будь-яку потрібну інформацію.

Складаючи звіт, слід дотримуватись:

- чіткості побудови;
- логічної послідовності викладення матеріалу;
- переконливості аргументації, стислості та точності формулювання, що виключало б суб’єктивність і неоднозначність тлумачення;
- конкретності викладення результатів роботи;
- доказовості висновків і обґрунтованості рекомендацій.

Звіт повинен містити:

- титульний аркуш;
- список виконавців;
- реферат;
- зміст;
- перелік скорочень, символів, спеціальних термінів з їх означеннями;
- основну частину;
- список літератури;
- додатки.

Реферат має дуже стисло відбивати головний зміст проведеної НДР, не підміняючи основного звіту. У ньому коротко подаються

відомості про виконану роботу, достатні для того, щоб судити про доцільність звернення до первинного документа – звіту. Реферат вміщує відомості про обсяг звіту, кількість і характер ілюстрацій та кількість таблиць, перелік ключових слів. У рефераті вказується також вид звіту (проміжний чи остаточний).

Відомості про кількість ілюстрацій супроводжуються вказівками щодо їх характеру (схеми, креслення, графіки, фотокартки).

У наш час у багатьох організаціях та установах введені автоматизовані системи пошуку інформації. Тому в рефераті наводяться ключові слова (іменники або словосполучення з іменниками), що виражають окремі поняття, істотні для розкриття змісту тексту. Ключові слова в сукупності повинні дати поза контекстом досить повне уявлення про зміст звіту. Перелік їх (від 5 до 15) друкується в рядок через коми, в називному відмінку.

Текст реферату містить в собі основну частину, яка відбиває суть виконаної роботи та методи дослідження, технічні характеристики розробленого приладу або параметри матеріалу, процесу тощо, а також короткі висновки відносно особливостей, ефективності, можливостей і галузей застосування здобутих результатів.

Обсяг реферату повинен бути меншим, ніж 500 знаків. Як показує практика проведення НДР, оптимальний обсяг реферату становить, як правило, 1100-1200 знаків. У рефераті не можна застосовувати будь-які скорочення слів і термінів, крім загальноприйнятих.

Основна частина звіту складається із вступу, аналітичного огляду стану питання, обґрунтування вибраного напрямку роботи, розділів, що характеризують методику, зміст, результати виконаної роботи, а також завершення, де подаються висновки і пропозиції.

Вступ має характеризувати сучасний стан проблеми, якій присвячено роботу, а також її мету, містити в собі максимум корисних відомостей (часто вступ разом із завершенням становить для окремих користувачів самостійний інтерес). Тут треба чітко сформулювати, в чому полягає новизна роботи, та вказати сподіваний або очікуваний

економічний ефект.

Аналітичний огляд повинен повно і систематизовано висвітлювати стан питання, якому присвячено роботу. По суті, це огляд літератури і водночас її аналіз. Аналізуються ідеї та проблеми, можливі підходи до розв'язування завдання, результати теоретичних пошуків та експериментів за темою і результати патентних досліджень. В огляді треба окреслити основні проблеми та намічені шляхи до їх вирішення. Огляд повинен завершуватися рекомендаціями щодо теоретичних наукових досліджень.

В обґрунтуванні вибраного напрямку роботи слід показати його переваги порівняно з іншими можливими. Обґрунтування напрямку та робоча гіпотеза мають опиратися на рекомендації огляду. Перевага обраного методу повинна оцінюватися як з наукового, так і з економічного боку.

У розділах звіту, що відбивають методику, зміст і результати виконаної роботи, детально та послідовно розкривається зміст виконаної НДР і описуються всі проміжні та остаточні результати, у тому числі негативні. Методика дослідження повинна подаватися детально з обґрунтуванням її вибору.

Описуючи той чи інший експеримент, слід подавати відповідну програму, висвітлювати його суть, оцінювати точність і достовірність отриманих результатів, які порівнюються з теоретичними.

Наприкінці розділу необхідно пояснити одержані результати й описати їх можливе застосування. Отримані математичні залежності рекомендується ілюструвати прикладами конкретних розрахунків.

Завершення повинно містити в собі оцінку результатів роботи. У ньому намічаються шляхи та мета подальшої роботи (у разі потреби мотивується недоцільність її продовження), а також зазначається, чим закінчилася дослідницька робота (отримано наукові результати про нові об'єкти, процеси, явища та закономірності, розроблено наукові основи певної теорії тощо).

У додатки включається допоміжний матеріал, оригінали або копії креслень, виконаних в процесі НДР.

Під час оформлення звіту треба керуватися "Методичними

вказівками до складання звітів про науково-дослідні роботи”.

Звіт повинен бути написаний простою мовою, щоб його міг зрозуміти спеціаліст не тільки даної, а й суміжної галузі. Термінологія, найменування, означення та зміст понять мають бути незмінними у всьому тексті. Не слід вживати вирази типу “добра відповідальність”, “достатня точність”, складні мовні звороти, ненормативні вирази, професіоналізми і т. ін. Умовні позначення термінів також повинні бути однотипними. Усі скорочення необхідно розкривати тоді, коли їх вжито вперше.

Назви іноземних журналів, іноземних фірм пишуть як в українській транскрипції, так і мовою оригіналу (у дужках).

Математичні знаки слід використовувати лише в формулах. У тексті вони подаються словами, тобто записують не “ $U=15\text{ В}$ ”, а “напруга дорівнює 15 В”. Винятком можуть бути лише знаки “+” і “-” біля цифр (наприклад, “+ 15 °С”). Знаки №, §, % і т. ін. використовуються тільки разом з цифровими або буквеними позначеннями (наприклад, “№1”). Числа при одиницях фізичних величин слід писати тільки цифрами (наприклад, “температура 13 °С”).

Основні розділи розбивають на підрозділи, параграфи та пункти. Розділи, підрозділи та пункти нумеруються арабськими цифрами (наприклад, 1.3.5 – п’ятий пункт третього підрозділу першого розділу).

Нумерація сторінок звіту має бути наскрізною, перша сторінка – титульний лист, друга – список виконавців, третя – реферат, четверта – зміст. Нумерація сторінок подається арабськими цифрами у правому верхньому кутку. На сторінках, зайнятих рисунками, номер сторінки можна не проставляти, але краще за все нумерувати всі аркуші.

Цифровий матеріал звіту рекомендується оформляти у вигляді таблиць. Тут у стислій і наочній формі подаються порівняльний аналіз, порівняльні характеристики, статистична інформація. Таблиця повинна мати тематичний заголовок, який розкриває її зміст, і розміщуватися в тексті відразу після згадки про неї.

Рисунки мають доповнювати текст і нести нову інформацію. Формат їх не повинен перебільшувати формат стандартного аркуша

210×297 мм.

Усі формули мають вписуватися розбірливо, нормальним шрифтом, символи в них рекомендується брати згідно з відповідними стандартами.

Якщо в тексті є посилання на формули, то останні нумеруються або наскрізно, або в межах розділу.

Неприпустимі дрібний шрифт (петит), близьке розташування знаків один від одного та недбалість при їх написанні.

Список літератури містить у собі всі використані джерела, у тому числі директивні документи. Вони розташовуються у порядку появи посилання на них в тексті звіту. Відомості про книжки повинні містити прізвище та ініціали автора, назву книжки, місто видання, видавництво й рік видання, кількісну характеристику (обсяг у сторінках і кількість ілюстрованого матеріалу) і повністю відповідати ГОСТ 7.1-84 “Бібліографічний опис документа”.

6.9. Складання і подання заявки на винахід

Удосконалення способу чи продукту (пристрою, речовини тощо) вважається *винаходом*. *Пріоритет* відкриття або винаходу визначається за датою, коли вперше сформульовано наукове положення, що заявлено як відкриття або винахід (наприклад, у звіті про науково-дослідну роботу), або за датою доведення його іншим шляхом до третіх осіб (наприклад, на науковому симпозіумі), або за датою надходження заявки до патентної установи.

Україна славиться своїми винахідниками. Вітчизняні “славні Едісони” – це професори Скрипник Ю. О., Кожем’яко В. П. та інші, що мають понад 500 винаходів і внесли вагомий внесок у наукову скарбницю людства, у справу збільшення знань та інформації про навколишній Всесвіт. Отже, молодим науковцям необхідно продовжувати їх благородну справу на благо нашої Вітчизни. Адже чим більше серйозних винаходів і відкриттів, тим багатшою ставатиме наша країна і кожен її громадянин зокрема.

Оформлення і реєстрація винаходів у нашій державі

здійснюється згідно з “Правилами складання і подання заявки на винахід та заявки на корисну модель” та Законом України “Про охорону прав на винаходи і корисні моделі”.

Об’єктом винаходу може бути:

- продукт (пристрій, речовина, штам мікроорганізму, культура клітин рослини і тварини);
- спосіб.

Об’єктом корисної моделі може бути конструктивне виконання пристрою.

Об’єктом винаходу не можуть бути:

- відкриття, наукові теорії та математичні моделі;
- методи організації та управління підприємством;
- плани;
- умовні позначення, розклади, правила;
- методи виконання розумових операцій, способи досліджень, системи математичних побудов і перетворень, методи розрахунків, математичне розв’язування задач тощо;
- програми для обчислювальних машин;
- результати художнього конструювання;
- топології інтегральних мікросхем;
- сорти рослин і породи тварин.

До **пристроїв** як об’єктів винаходів (корисних моделей) належать машини, механізми, прилади тощо. Об’єктом корисної моделі може бути конструктивне виконання пристрою, яке повинно мати явно виражені просторові форми, тобто характеризуватись не лише наявністю елементів і зв’язків між ними, але й формою виконання цих елементів, їх певним взаємним розташуванням.

До **речовин** як об’єктів винаходів належать індивідуальні хімічні сполуки, до яких також умовно віднесені високомолекулярні сполуки та об’єкти генетичної інженерії; композиції (сполуки, суміші, розчини, сплави тощо); продукти ядерного перетворення.

Об’єкт винаходу “штам мікроорганізму, культури клітин рослини і тварини” це: індивідуальні штами мікроорганізмів, культивовані клітини рослин і тварин; консорціуми мікроорганізмів.

До *способів* як об'єктів винаходів належать процеси виконання дій над матеріальними об'єктами за допомогою матеріальних об'єктів.

Для характеристики об'єкта винаходу як "пристрою" використовують такі ознаки:

- наявність конструктивного (конструктивних) елемента (елементів);
- наявність зв'язків між елементами;
- взаємне розташування елементів;
- форма виконання елемента (елементів) або пристрою в цілому;
- форма виконання зв'язків між елементами;
- параметри та інші характеристики елемента (елементів та їх взаємозв'язок);
- матеріал, з якого виготовлено елемент (елементи), або пристрій в цілому, середовище, що виконує функцію елемента.

Для характеристики об'єкта винаходу як "речовини" для індивідуальних хімічних сполук використовують такі ознаки: якісний склад (атоми певних речовин), кількісний склад (число атомів кожного елемента), зв'язок між атомами, взаємне розташування їх у молекулі, виражене хімічною структурою формули (для низькомолекулярних сполук), чи в кристалічній решітці.

Для характеристики об'єкта винаходу як "способу" використовують такі ознаки:

- наявність дії або сукупності дій;
- порядок проведення таких дій у часі (попередньо, одночасно, в різних поєднаннях);
- умови виконання дій: режим, використання речовин (вихідної сировини, реагентів, каталізаторів тощо), пристроїв (пристосувань, інструментів, обладнання тощо), штамів мікроорганізмів, культивованих рослин чи тварин.

Спосіб як об'єкт винаходу характеризується лише діями над матеріальними об'єктами (сировиною, заготовкою тощо).

Заявку на видачу патенту на винахід (корисну модель) може до Укрпатенту (державне підприємство "Український інститут промислової власності" МОНУ, уповноважене для розгляду і

проведення експертизи заявок) подати будь-яка особа, яка бажає отримати патент і має на це право.

Заявку складають українською мовою. Якщо деякі документи заявки викладено іншою мовою, то слід надіслати переклад цих документів.

Заявка (тобто сукупність документів, необхідних для видачі патенту) повинна містити:

- заяву про видачу патенту (деклараційного патенту) України на винахід чи деклараційного патенту України на корисну модель;
- опис винаходу (корисної моделі);
- формулу винаходу (корисної моделі);
- креслення (якщо на них є посилання в описі);
- реферат.

Опис винаходу (корисної моделі) повинен підтверджувати обсяг правової охорони, визначений формулою винаходу (корисної моделі) і настільки ясным і повним, щоб його міг зрозуміти фахівець у зазначеній галузі.

Опис починається із зазначення рубрики діючої редакції міжнародного патентного класифікатора (МПК), до якої належить винахід (корисна модель), назви винаходу і містить такі розділи:

- галузь техніки, до якої належить винахід (корисна модель);
- рівень техніки;
- суть винаходу (корисної моделі);
- перелік фігур креслення (якщо на них є посилання в описі);
- відомості, які підтверджують можливість здійснення винаходу (корисної моделі).

У розділі “Рівень техніки” наводять дані про відомі заявнику аналоги винаходу (корисної моделі) з виділенням серед них аналога, найбільш близького за сукупністю ознак до винаходу (корисної моделі). Суть винаходу (корисної моделі) визначається сукупністю суттєвих ознак, достатніх для досягнення технічного результату, що його забезпечує винахід (корисна модель). Ознаки належать до суттєвих, якщо вони впливають на технічний результат, якого можна досягти, тобто перебувають у причинно-наслідковому зв'язку із

зазначеним результатом. У цьому розділі детально розкривають технічне завдання, на вирішення якого спрямовано винахід (корисну модель), та технічний результат, якого можна досягти при здійсненні винаходу (корисної моделі). У переліку фігур креслень, крім самого переліку фігур, наводять стислі пояснення того, що зображено на кожній із них. Відомості, які підтверджують можливість здійснення винаходу (корисної моделі), розкривають можливості отримання зазначеного у розділі “Суть винаходу (корисної моделі)” технічного результату при здійсненні винаходу (корисної моделі). Можливість здійснення винаходу, суть якого характеризують з використанням ознаки, яку подано загальним поняттям, зокрема на рівні функціонального узагальнення, підтверджують або описом засобу для реалізації цієї ознаки безпосередньо в матеріалах заявки, або посиланням на те, що такий засіб існує, чи методи його отримання. Опис винаходу (корисної моделі) підписує заявник у тому ж порядку, що й заяву на видачу патенту.

Формула винаходу (корисної моделі) – це стисла словесна характеристика технічної суті винаходу (корисної моделі), що містить сукупність його суттєвих ознак, які достатні для досягнення зазначеного заявником технічного результату. *У разі визнання об’єкта винаходом лише формула набуває правового значення і є єдиним критерієм визначення обсягу винаходу* (за нею встановлюється факт використання чи невикористання винаходу).

Формула винаходу (корисної моделі) повинна стисло і ясно відображати суть винаходу (корисної моделі), тобто містити сукупність його суттєвих ознак, достатню для досягнення зазначеного заявником технічного результату. За структурою формула винаходу (корисної моделі) може бути одноланковою чи багатоланковою і включати, відповідно, один чи декілька пунктів. Одноланкову формулу винаходу (корисної моделі) застосовують для характеристики одного винаходу (корисної моделі) сукупністю суттєвих ознак, які не мають розвитку чи уточнення щодо окремих випадків його виконання або використання. Багатоланкову формулу винаходу (корисної моделі) застосовують для характеристики одного винаходу (корисної моделі) з розвитком і

уточненням сукупності його ознак стосовно деяких випадків виконання і використання винаходу (корисної моделі) або для характеристики групи винаходів. Пункт формули винаходу (корисної моделі) складається, як правило, з *обмежувальної частини*, яка включає ознаки винаходу, які збігаються з ознаками найближчого аналога, у тому числі родове поняття, що характеризує призначення об'єкта, та *розрізняльної (відмітної) частини*, яка включає ознаки, що відрізняють винахід від найближчого аналога.

Обмежувальна й розрізняльна (відмітна) частини пункту формули відокремлюються одна від одної виразом *“який (яка, яке) відрізняється тим, що...”*

Без поділу на обмежувальну й відмітну частини, зокрема, складають формулу винаходу, яка характеризує:

- унікальну сполуку;
- штам мікроорганізму, культури клітин рослин і тварин;
- застосування раніше відомого продукту чи способу за новим призначенням;
- винахід, що не має аналогів.

6.10. Публікація наукових матеріалів

Для того, щоб ознайомити широку наукову громадськість і фахівців-практиків з результатами проведених науково-дослідних робіт, використовують публікації в спеціальних і науково-популярних виданнях. До таких публікацій належать монографії, брошури, статті, підручники та навчальні посібники, які містять нові наукові результати та конкретні пропозиції щодо їх використання (з огляду на їх важливе теоретичне та практичне значення).

Для того, щоб підготувати матеріал до друку, спочатку складають план-проспект і систематизують результати дослідження (другорядні та вже надруковані раніше відомості не повинні розміщуватися в підготовлюваних виданнях). Далі згідно з вимогами видання komponується необхідний матеріал, викладений лаконічною науковою мовою, з використанням наукової термінології, завдяки якій

вдається давати чіткі означення та характеристики наукових фактів, понять, процесів і явищ.

В окремих випадках дослідник доповідає про результати своєї роботи на наукових конференціях, симпозіумах чи наукових семінарах, в колі провідних вчених і спеціалістів. Таким доповідям, як правило, передують публікація відповідних тез (стислий виклад суті майбутнього повідомлення). Це дає змогу фахівцям підготуватися до обговорення наукового повідомлення.

6.11. Впровадження завершених науково-дослідних робіт

Впровадження результатів закінчених НДР у практику виробництва або навчальний процес є важливим етапом, який завершує дослідження та визначає його ефективність. Фахівцям виробництва або освіти передається наукова продукція у вигляді звітів, інструкцій, технічних умов чи проектів, завдяки чому практично реалізуються результати НДР.

Процес впровадження НДР у виробництво складається з двох етапів: *дослідно-виробничого* та *серійного*.

На першому етапі у виробничих умовах перевіряється робота дослідних зразків, виробів або установок, технологічних процесів, конструкцій, матеріалів і приладів, їх стійкість щодо дії реальних величин вібрації, поштовхів, пилу та інших виробничих факторів. Усе це дуже важко передбачити або відтворити в лабораторних умовах.

За результатами дослідно-виробничої експлуатації роблять остаточні висновки про правильність розрахунків і конструкторських розробок, оцінюють техніко-економічну ефективність прийнятих рішень, експлуатаційні показники, надійність, довговічність тощо. У разі потреби в дослідний зразок вносяться зміни та доробки.

Коли етап закінчено, доопрацьовується необхідна технічна документація, яка передається підприємству для організації серійного виробництва (якщо йдеться про нові прилади, установки і зразки) або впровадження (якщо йдеться про нові технології). На етапі серійного впровадження дослідник уже не бере безпосередньої участі у ньому,

але, на прохання впроваджувальної установи, може бути консультантом. Як правило, впровадження закінчених НДР у виробництво триває від 1 до 5 років. Скорочення цього терміну є найважливішою вимогою сьогодення.

Підтвердженням впровадження є акт, підписаний комісією фахівців відповідної організації чи установи.

6.12. Ефективність наукових досліджень

Точне оцінювання ефективності наукових досліджень є справою дуже важкою, особливо щодо кількісних оцінок. Адже будь-яку НДР треба розглядати з різних точок зору, оцінюючи їх науково-пізнавальну, соціальну, техніко-економічну, педагогічну, виховну та естетико-емоційну значимість.

У загальному вигляді критерії ефективності наукових досліджень повинні включати в себе оцінку продуктивності та результативності праці вченого.

Коли дається оцінка ефективності НДР, то при цьому оцінюються наукова значимість виконаної роботи, обсяг наукової продукції, технічна цінність результатів, освоєні фінансові ресурси й масштаби реалізації НДР у господарстві.

Ефективність праці наукового співробітника можна оцінити різними критеріями – кількістю публікацій, економічною ефективністю, новизною розробок, частотою цитування праць.

Як економічний критерій оцінки праці вченого часто використовується показник продуктивності його праці або виробіток (у тисячах гривень кошторисної вартості НДР).

Критерій продуктивності праці вченого можна визначити, наприклад, так:

$$k_n = \frac{C_0}{P},$$

де C_0 – загальна кошторисна вартість НДР і ДКР, тис.грн.; P – середньоспискова кількість робітників основного та допоміжного персоналу відділу, кафедри, лабораторії чи НДІ. Як правило, цей критерій розраховується за рік.

Критерій новизни НДР визначають кількістю авторських свідоцтв і патентів, отриманих за її результатами, а *критерій цитування праць* вченого – кількістю посилань на його друковані роботи.

Ефективність впровадження результатів завершених НДР може виражатися в одній із таких форм:

- економічний ефект, який, в свою чергу, відбиває зростання національного доходу, підвищення продуктивності чи економії суспільної праці, якості продукції, її надійності та довговічності, зниження собівартості виробів тощо;
- соціальний ефект, пов'язаний з поліпшенням умов праці, її санітарно-гігієнічних умов, покращенням екологічної обстановки, усуненням виробничого травматизму, зменшенням професійних захворювань і т. ін.;
- зміцнення обороноздатності країни, розробка нових видів зброї, систем і приладів, спеціальних матеріалів і т. ін.;
- підвищення престижу вітчизняної науки.

НДР у галузі екології мають найчастіше перспективний характер, оскільки на екологічні дослідження держава на даному етапі виділяє недостатньо коштів.

Отже, явно виражений техніко-економічний ефект може бути визначений тільки для першого випадку впровадження результатів НДР.

Найбільшу ефективність мають прикладні дослідження (хоча оцінюється економічна ефективність не безпосередньо наукової продукції, а результатів її використання).

Фундаментальні теоретичні дослідження дуже важко оцінювати кількісними критеріями, а тому для їх оцінювання користуються головним чином якісними критеріями, наприклад, такими, як можливість використання результатів цих НДР у різних галузях господарства та можливість розвитку на їх базі прикладних досліджень, новизна відкритих і досліджуваних явищ. Проте остаточно ефективність фундаментальних досліджень рано чи пізно зводиться до економічних показників.

Останнім часом під впливом загальносоціальних, економічних і

інтутрішньонаукових факторів постійно зростають масштаби та швидкість реалізації результатів НДР.

Розрізняють три види економічної ефективності (економічного ефекту) науково-дослідних робіт.

Перший – так званий *попередній економічний ефект*, який дослідник розраховує, обираючи тему та розробляючи план виконання НДР. При цьому він орієнтується на округлені, чисто орієнтовні показники й враховує прогнозований обсяг результатів НДР.

Другий – *сподіваний економічний ефект*, який спостерігається вже на етапі впровадження НДР. Він розрахований на певний період часу (звичайно беруть один рік, а іноді – 5 чи 10 років).

Цей вид економічного ефекту також є орієнтовним показником (на цьому етапі немає змоги точно встановити обсяг впровадження), але він точніший за попередній.

Третій вид ефективності – *фактичний економічний ефект*, який є найточнішим і визначається після практичного впровадження результатів НДР у виробництво (але не раніше як через один рік). Тут до уваги беруться фактичні витрати на виконання НДР і їх упровадження.

Фактичний економічний ефект здебільшого нижчий від сподіваного.

Економічна ефективність обчислюється за формулою:

$$k_c = \frac{E}{B},$$

де E – економічний ефект від упровадження результатів наукових досліджень в грошовому вираженні; B – витрати на виконання і впровадження НДР у тих самих грошових одиницях.

$$E = B_1 - B_2,$$

де B_1 – зведені витрати при старих експлуатаційних процесах, установках, приладах, пристосуваннях, технології тощо; B_2 – те саме, але при нових зразках чи процесах, отриманих у результаті впровадження НДР.

Зведені витрати B_1 і B_2 обчислюють за такими формулами:

$$B_1 = C_1 + E_H K_1;$$

$$B_2 = C_2 + E_H K_2;$$

Тут C_1 і C_2 вартість одиниці продукції, відповідно, старого та нового варіантів; K_1 і K_2 – капітальне вкладення на одиницю продукції, відповідно, старого та нового варіантів; E_H – галузевий нормативний безрозмірний коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень, який знаходиться в межах 0,06...0,12.

Якщо результати наукових досліджень продані за кордон, то економічна ефективність оцінюється за формулою:

$$k_1 = \frac{ВП}{\Sigma B},$$

де $ВП$ – валютний прибуток держави; ΣB – сумарні витрати на проведення НДР, оформлення та продаж ліцензії.

З економічною ефективністю науки тісно пов'язані висока ефективність науково-технічної підготовки спеціалістів, пропаганда та поширення наукових знань. Як правило, ефективність праці випускника вищої школи перевищує всі витрати на його навчання не менше як в 10 разів.

У сучасному світі немає вигіднішої сфери розміщення капіталу, ніж наука. Тепер 1 грн., вкладена у науку або підвищення наукових знань, забезпечує 3-5 грн. національного доходу країни. У США на один вкладений в науку долар отримують прибуток у сумі 20-50 доларів.

Наука забезпечує можливість широкого використання сил природи на користь людству, наприклад, енергії сонця, вітру, пари, води тощо.

Витрати на нову техніку та технологію окупуються дуже швидко. Засоби виробництва, створені на основі науки, дають прибутки, які в багато разів перевищують їх собівартість та витрати на їх створення. Зауважимо також, що висока економічна ефективність науки зумовлюється низькою собівартістю наукових відкриттів, їх винятковою довговічністю та розвитком.

Визначити ефективність природоохоронних наукових проектів можливо, якщо вдається розділити ефективність витрат і ефективність самого заходу.

За метою ефективність природоохоронної діяльності поділяється на ефективність природоохоронних заходів і ефективність витрат на них.

Ефективність витрат відбиває ефективність заходу за умови екологічної ефективності:

$$B_{\text{факт}} \leq \Delta H,$$

де $B_{\text{факт}}$ – фактичні втрати; ΔH – норматив екологічного навантаження.

Для сучасної техніки і технології з упереджувальним ефектом **абсолютна ефективність природоохоронних заходів** (проектів) розраховується за виразом:

$$(\Delta H - B_{\text{факт}}) \geq 0,$$

а відносна ефективність:

$$\frac{B_{\text{факт}}}{\Delta H} \leq 1.$$

Для технологій, що виключають втрати, ефективність природоохоронних проектів досягається за умови:

$$B_{\text{факт}} D \leq H_{\text{факт}},$$

де $H_{\text{факт}}$ – фактичний результат заходу щодо знезараження токсичних відходів; $B_{\text{факт}} D$ – нормативна частка участі очисних знезаражувальних споруд, відновного процесу підприємств в регіоні тощо.

Абсолютна ефективність процесу знезараження та відновлення екологічних систем визначається за виразом:

$$(H_{\text{факт}} - B_{\text{факт}} D) \geq 0,$$

а відносна ефективність відповідно нормативній базі визначається:

$$\frac{H_{\text{факт}}}{B_{\text{факт}} D} > 1.$$

Норматив екологічного навантаження в результаті здійснення природоохоронних та енергозберігаючих проектів є та критична маса, за рамками якої біогеотехнічна система завжди неефективна, а можлива прибутковість інвестицій свідчить тільки про раціональне їх використання, відбиваючи при цьому неефективність самого заходу (проекту), тобто $V_{\text{факт}} > \Delta H$.

Втрати за рамками нормативного навантаження компенсуються з-прибутку (Π) і виробництво на цій території доцільне, якщо $(\Pi - V_{\text{штраф}}) > 0$, де $V_{\text{штраф}}$ – штраф щодо компенсації надлімітної антропогенної дії.

За вказаними вище формулами розраховується ефективність комплексу багатопільових природоохоронних наукових проектів для об'єкта в цілому. Проте розрахунок лиш на деякому рівні системи, відбиваючи діалектику взаємозв'язку з конкретною територією, дає виважену оцінку екологічної ефективності НДР для окремо взятої технологічної лінії, механізму, машини тощо. В цьому випадку екологічна ефективність підвищується, якщо передбачається відновлення території, наприклад, рекультивация земель, знешкодження токсичних відходів тощо.

Контрольні питання та завдання для самостійної роботи

1. Назвіть та охарактеризуйте етапи написання наукової праці.
2. Які основні вимоги висуваються до оформлення наукового звіту і яким документом вони регламентуються?
3. Які функції виконують публікації?
4. У чому полягають особливості і відмінності монографії від інших видів літературних публікацій?
5. Визначте відмінності між статтею, тезами та рефератом.
6. Охарактеризуйте етапи написання курсової, дипломної та магістерської робіт. У чому полягають подібність і відмінність цих видів самостійної роботи студентів?
7. Які обов'язки покладено на керівника курсової (дипломної,

міністерської) роботи?

8. Як складається звіт про науково-дослідну роботу?

9. Що таке реферат НДР?

10. Для чого публікуються наукові матеріали?

11. У вигляді яких публікацій представляються результати проведених НДР?

12. Назвіть особливості наукових конференцій, симпозіумів та наукових семінарів.

13. Як впроваджуються результати НДР?

14. Наведіть критерії ефективності наукових досліджень.

15. Як здійснюється розрахунок економічної ефективності НДР?

16. У чому полягає розрахунок ефективності природоохоронних проєктів?

Розділ VII

ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ І МОНІТОРИНГУ ДОВКІЛЛЯ

7.1. Аналіз сучасних універсальних геоінформаційних пакетів, які використовуються в екологічних дослідженнях в Україні

Наведемо основні характеристики сучасних ГІС-пакетів, які використовуються в галузі екологічного моніторингу в Україні.

ГІС-пакет "ArcGIS" (США) містить велику кількість складових, призначених для різних завдань:

- ArcCatalog здійснює управління зберіганням просторових даних та структурою бази даних;
- ArcMap дозволяє створювати та редагувати карти і здійснювати картографічний аналіз;
- ArcToolbox дозволяє здійснювати перетворення та географічну обробку даних;
- ArcView містить повний набір інструментів створення карт і аналізу, а також найпростіші засоби для редагування і географічної обробки даних;
- ArcEditor, крім засобів ArcView, містить розширені можливості редагування;
- ArcInfo, крім засобів ArcEditor, містить розширені можливості географічної обробки даних – ця складова є однією з найпотужніших і найфункціональніших у пакеті ArcGIS;
- ArcGIS Spatial Analyst забезпечує широкий вибір функцій просторового моделювання та аналізу, що дозволяють створювати растрові дані, будувати до них запити, вести картографування та аналіз на їх основі. ArcGIS Spatial Analyst дозволяє також проводити спільний аналіз векторних та растрових даних;
- ArcGIS 3D Analyst дозволяє ефективно відображати та аналізувати поверхні, у тому числі рельєф місцевості. Використовуючи ArcGIS 3D Analyst, можна розглядати поверхні з різних точок, будувати

запити до поверхонь, визначати області видимості з різних точок спостереження та створювати реалістичні тривимірні зображення шляхом “накладання” растрових та векторних даних на поверхню. Ядром модуля ArcGIS 3D Analyst є додаток ArcScene, який забезпечує інтерфейс для перегляду шарів тривимірних даних, для побудови та аналізу поверхонь;

- ArcGIS Geostatistical Analyst дозволяє будувати неперервні поверхні на основі вимірів, проведених в окремих точках простору;
- ArcGIS Schematics – це ефективне та прогресивне рішення для автоматизованого створення схематичного й геосхематичного подання об’єктів бази геоданих ArcGIS;
- ArcPress призначений для виведення карт на друк шляхом створення файлів стандартних графічних форматів, а також файлів-програм, написаних мовами управління стандартними широкоформатними та настільними принтерами;
- ArcGIS Publisher забезпечує формування документів карт у форматі MXD, що дозволяє публікувати файли карт (у форматі PMF) та обмінюватися ними через локальні й глобальні мережі;
- ArcGIS Survey Analyst призначений для обробки результатів геодезичного знімання;
- ArcGIS Tracking Analyst використовується для відображення та аналізу даних у режимі реального часу таких, наприклад, як дані систем супутникової прив’язки GPS;
- ArcGIS Maplex призначений для оптимального розміщення в автоматичному режимі за заданими правилами текстових назв (підписів для об’єктів) на карті;
- ArcScan є професійним векторизатором та багато інших додатків, список яких весь час оновлюється, але про всі останні оновлення можна дізнатись на сайті фірм “ECOMM” <http://ecomm.kiev.ua> (Україна) та “Дата+” <http://www.dataplus.ru> (РФ).

Крім цього, пакет ArcGIS має широкі можливості створення повнофункціональних програмних систем роботи з просторово-розподіленими базами даних в Internet (за допомогою ArcGIS Server); можливість роботи з базами геоданих в корпоративній мережі Intranet

(за допомогою ArcSDE); потужний інструментарій для розробки власних програм (ArcGIS Engine, ArcObjects, MapObjects). Дуже велика поширеність у світі робить його універсальним (формати даних ArcGIS підтримуються більшістю інших ГІС) і відкриває великі можливості для інтеграції та обміну досвідом. Крім того, ArcGIS підтримує формати файлів MS Office.

Недоліком ArcGIS є велика вартість у порівнянні з вітчизняними та російськими ГІС-пакетами. Звичайно, є й безкоштовні чи порівняно дешеві складові, але їх функціональність досить обмежена. Детальніше про ГІС-пакет ArcGIS та його програмні модулі, як було зазначено вище, можна дізнатись в компанії "ECOMM Co" (м. Київ), яка є офіційним дистриб'ютором компанії ESRI (розробника ArcGIS) в Україні (<http://www.ecomm.kiev.ua>).

ГІС-пакет "MapInfo Professional" (США) дозволяє збирати, зберігати, відображати, редагувати та обробляти картографічні дані, що зберігаються в базі даних, з урахуванням просторової прив'язки об'єктів. MapInfo підтримує формати файлів MS Excel, MS Access, dBASE, Lotus, Oracle та текстові, в яких, окрім атрибутивної інформації, можуть зберігатися координати точкових об'єктів. ГІС MapInfo може виступати в ролі «картографічного клієнта» при роботі з СУБД через протокол ODBC.

ГІС MapInfo дозволяє використовувати свій інструментарій всередині програм користувачів, написаних мовами Delphi, Visual Basic, C++, PowerBuilder.

ГІС-пакет MapInfo має вартість хоча й меншу, ніж ArcGIS, але все ж таки чималу як для широкого розповсюдження серед областей та їх районних представництв в Україні. Натомість функціональні можливості ГІС-пакета та модулів MapInfo Professional менші, ніж ГІС-пакета ArcGIS, що й обумовлює його меншу поширеність у світі. Детальніше про цей ГІС-пакет та його програмні модулі можна дізнатись в компанії ТОВ "Інтелектуальні Системи ГЕО" ("ІСГЕО") (м. Київ), яка є офіційним дистриб'ютором компанії MapInfo в Україні (<http://www.isgeo.kiev.ua>).

ГІС-пакет "Панорама" ("Карта" (РФ)) значно дешевший за ArcGIS, хоча має схожий інструментарій, що й більшість складових

пакету ArcGIS разом узятих, однак з меншою кількістю варіантів та параметрів застосування.

“Карта” – це універсальна геоінформаційна система, що має засоби створення і редагування електронних карт, виконання різних вимірювань і розрахунків, обробки растрових даних, засоби підготовки графічних документів в електронному і друкованому вигляді, а також інструментальні засоби для побудови інформаційних систем із застосуванням різних систем управління базами даних (СУБД).

Універсальність ГІС заснована не тільки на різноманітних інструментах обробки просторових даних, але і на різноманітності видів підтримуваних електронних карт – векторних, растрових і матричних.

Є серверна версія пакету GIS Webserver.

У системі "Карта" забезпечується робота з векторними картами різних масштабів, проєкцій, систем координат: від плану приміщення – до космонавігаційної карти Землі. Забезпечується перетворення карт з однієї проєкції в іншу. Склад відображуваних об'єктів може змінюватись відповідно до запиту користувача.

Векторні карти можуть містити опис реальних об'єктів місцевості та їх властивостей або тематичну інформацію. Є карти місцевості і карти, призначені для користувача. Призначені для користувача карти зберігаються окремо від карт місцевості, мають свої класифікатори, бібліотеки умовних позначень, шари і відображаються поверх карт місцевості. Кількість одночасно відкритих карт, кількість об'єктів на карті, розмір території практично необмежені. Користувач може змінювати яскравість, контрастність карти, встановлювати ступінь прозорості для поєднання декількох карт.

Растрові карти можуть створюватися на основі відсканованих карт матеріалів, матеріалів аерофотознімання або космічних знімків центральної проєкції чи панорамних.

Матричні карти можуть містити дані про абсолютну висоту рельєфу або якісну характеристику місцевості, отриману шляхом

аналізу та узагальнення атрибутів об'єктів у межах ділянки місцевості. Відповідно існують матриці висот і матриці якостей. Матриці можуть відображатися в плоскому або тривимірному вигляді.

Всі види електронних карт можуть оброблятися сумісно без обмеження на їх кількість.

Електронні карти можуть розташовуватися окремо на різних серверах у мережі і редагуватися в багатокористувацькому режимі. До об'єктів векторних карт можуть бути логічно прив'язані записи таблиць баз даних. Запити на відбір об'єктів для подальшої обробки можуть виконуватися з урахуванням змісту записів таблиць.

Електронна карта може бути оформлена шляхом нанесення на неї графічної векторної або растрової інформації. Оформлена карта може бути роздрукована на різних типах пристроїв друкування, у т.ч. за допомогою спеціалізованого типографського обладнання.

Є інструменти для побудови ортофотоплану за даними космічного і аерофотознімання, конвертори для форматів DBF, MIF/MID, Shape, S57 та багатьох інших, що дозволяє обмінюватись геоданими з форматами пакетів ArcGIS та Mapinfo тощо, редактор бібліотеки умовних знаків карт, трансформація карт у різні проекції, контроль якості карти та інші.

Редактор векторної карти має велику кількість різних режимів редагування. Зокрема, напівавтоматична векторизація за растром, операції над групою об'єктів, побудова сплайнів, кіл, узгодження контурів, перенесення об'єктів у межах довільної криволінійної ділянки на іншу карту і багато іншого. Всі зміни на карті реєструються в протоколі транзакцій і можуть бути відмінені у будь-який момент часу. Редактор растра дозволяє вносити зміни безпосередньо до растрової карти, використовуючи різні графічні примітиви.

Є можливість підключення до карти баз даних різного формату через інтерфейси ODBC і BDE. Засоби побудови звітів дозволяють застосовувати програми MS Word і MS Excel для автоматизованої підготовки і друкування документів. Інформація про об'єкти карти

може бути збережена в базі даних. На карті можуть бути створені нові об'єкти за даними із бази. "Карта" добре інтегрується із СУБД MS Access та Oracle.

Пакет програм "Карта", на відміну від американських продуктів, розрахований на роботу на малопотужних комп'ютерах завдяки оптимізованому способу виведення великих обсягів картографічних даних на екран. Також пакет має потужні засоби введення, візуалізації та обробки даних. Є і спеціальний програмний інтерфейс для створення власних програм-оболонок із застосуванням сучасних мов програмування Delphi, Visual C++, Visual Basic, C++ Builder з використанням GIS Tool Kit – середовища розробника програм з використанням інструментарію пакета програм "Карта".

Детальніше про цей ПС-пакет та його програмні модулі можна дізнатись на сайті компанії ТОВ «ГІСІНФО» (представника в Україні розробника – КБ "Панорама" ("Panorama Group") (м. Москва, РФ)) (<http://www.panorama.vn.ua>).

ПС-пакет "Digitals" (Україна).

ПС-пакет "Digitals" призначений, головним чином, для створення цифрових карт та підготовки топографічних карт до друкування. Пакет займає малий обсяг на носіях (мінімальна конфігурація – близько 5 Мб), вільно працює з українськими літерами; підтримує імпорт/експорт з іншими ПС-пакетами (ArcGIS, MapInfo, "Панорама") (за даними сайту розробника – Українського Державного науково-виробничого об'єднання (ДНВП) "ГеоСистема" (м. Вінниця, Україна): <http://www.vingeo.com>).

У той же час ПС-пакет має програмний інтерфейс для створення власних програм-оболонок із застосуванням сучасних мов програмування Delphi та Visual C++.

В останніх версіях програми з'явився ряд можливостей щодо збірника та редагування даних як у режимі моно-, так і стерео- (коли на екрані одночасно суміщаються зображення одного об'єкта, зняті з різних кутів – рис. 7.1). Програма дозволяє використовувати аерокосмічні знімки та скановані карти будь-яких розмірів для формування растрових файлів. Є інструмент редагування карт;

можливість передавати отримані дані в інші системи та використовувати дані із GPS-приймачів; растрове цифрування в картографічному середовищі з інтелектуальними функціями збирання; створення і друк мозаїчних ортофотопланів і ортофотокарт високої якості; синхронна зміна суміжних об'єктів під час редагування; редактор умовних позначень з бібліотеками; форматоване виведення параметрів і підтримка різних одиниць вимірювання; швидкий пошук об'єктів, можливість прив'язки до об'єктів текстових, графічних та інших файлів; підтримка спеціальних приладів для стереоогляду; створення звітної документації з інформації про параметри об'єктів; вставляння растрових зображень в карту; контроль параметрів, які вводяться користувачем, та інше.

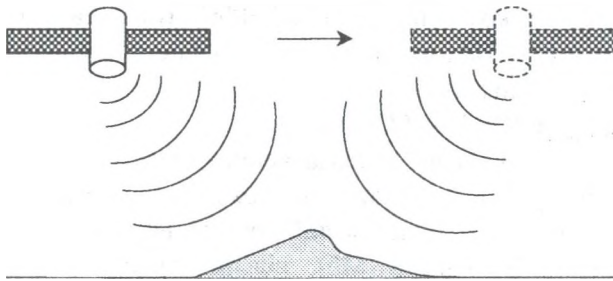


Рис. 7.1. Схема супутникового знімання рельєфу місцевості з двох точок для забезпечення його автоматичного цифрування

Щодо міжнародного визнання української ГІС “Digitals” варто зазначити, що вона використовується в Китаї (є локалізація китайською мовою).

Недоліки цього ГІС-пакета: дуже обмежений інструментарій роботи з базами даних – фактично, цей пакет має лише способи внесення, зберігання та візуалізації даних, а роботу зі сторонніми СУБД не підтримує; уповільнений спосіб виведення карт із великим обсягом картографічних даних на екран; обмежена інтеграція з офісними програмами; обмежені можливості аналізу даних. Це обумовлено тим, що ДНВП “ГеоСистема” спеціалізується на інших

відчухах, аніж створення ГІС-пакетів (див. <http://www.vingeo.com>).

ГІС „GeoDraw” („Geograph”) (РФ).

Призначений для створення цифрових карт і планів, GeoDraw підтримує побудову топологічної і багатосарової структури просторових об'єктів, ідентифікацію об'єктів і зв'язування їх із більшими атрибутивних даних сторонніх СУБД через протокол ODBC, експорт/імпорт цифрових карт у формати, що використовуються найбільш популярними ГІС. Три основні модулі ГІС „GeoDraw”: Geograph (для перегляду ГІС), Geodraw (векторний топологічний редактор) та Geoconstructor (для створення ГІС). ГІС „GeoDraw” має високі вимоги до апаратного забезпечення та підтримує багато форматів даних сучасних ГІС. Недоліком ГІС „GeoDraw” є неможливість використовувати її інструментарій для створення власних прикладних програм, що обмежує перспективи розширення її функціональності.

Крім перерахованих вище ГІС-пакетів, поширеними є геоінформаційні модулі-розширення відомих програмних пакетів, наприклад AutoCAD Map 2000, а також схоже за функціональністю до ГІС програмне забезпечення, яке, однак, не дозволяє розв'язувати завдання, пов'язані з картографічним аналізом, і яке не відноситься до класу ГІС-пакетів: CorelDraw, MS Visio, Adobe Photoshop, що виконують функцію редагування “карт”, MS Excel, MS Word, що виконують функції “баз даних” та вузькоспеціалізовані геодезичні програми, наприклад, “ОКО”. Це є чимало безкоштовних ГІС-пакетів і, навіть, з відкритим кодом, але вони не мають такого поширення в Україні, як ті, що описані вище.

7.2. Етапи проведення досліджень з використанням ГІС-технологій

Процес використання ГІС-технологій в наукових дослідженнях з екологічної тематики можна розділити на декілька етапів:

1. Збирання вхідного матеріалу та створення ГІС.
2. Розв'язання різного роду завдань за допомогою ГІС-

інструментарію за допомогою вже існуючої ГІС.

3. Візуалізація вхідних даних та результатів розв'язання завдань.

Як було зазначено вище, для створення ГІС необхідно мати електронну векторну карту, яка може доповнюватись растровими та матричними картами, та базу даних з інформацією про об'єкти векторної карти. Формування електронної карти, бази даних та встановлення між об'єктами карти і записами бази даних інформаційного зв'язку відноситься до першого етапу.

До другого етапу відноситься розв'язання завдань обробки та аналізу даних, часовий та просторовий аналізи, моделювання і візуалізація процесів в об'єкті дослідження за допомогою ГІС-інструментарію, прогнозування розвитку цих процесів, вироблення оптимальних керівних рішень для досягнення заданого стану об'єкта дослідження із заданими обмеженнями та критерієм оптимальності тощо.

До третього етапу відноситься використання можливостей ГІС у візуалізації як вхідних даних, так і результатів досліджень: побудова тематичних карт та діаграм, побудова тривимірних статичних та рухомих зображень.

Для якісного проведення наукового дослідження за допомогою ГІС-технологій слід зробити наступне:

1. Чітко поставити завдання: задати вхідні передумови, обмеження, зібрати та систематизувати вхідні дані у потрібному форматі та вигляді.

2. Вибрати готову ГІС (електронну карту та базу даних для неї) або створити ГІС спеціально для розв'язання поставленого завдання.

3. Вибрати оптимальний геоінформаційний пакет і його модулі (ArcInfo, ArcCatalog, ArcScan, ArcView, Mapinfo Professional, "Панорама" Panorama GIS Webserver, Digitals чи ін.) та систему управління зовнішньою базою даних, якщо у ній є потреба (MS Access, Paradox, Oracle, MySQL тощо). Не завжди доцільно вибирати найпотужніший ГІС-пакет та підключати всі доступні модулі – варто вибирати той, який дозволить розв'язати поставлене завдання у найкоротший час за мінімуму зусиль та за наявних даних.

4. Вибрати або розробити математичний та алгоритмічний апарат

для розв'язання завдання, оптимальний за певним критерієм (мінімальна похибка, мінімум операцій тощо). При цьому можна скористатись ГІС-інструментарієм для візуалізації наявних вхідних даних.

5. Розв'язати завдання з використанням вибраного математичного, алгоритмічного та програмного забезпечення.

6. Візуалізувати (продемонструвати) результати розв'язання завдання на декількох прикладах, щоб максимально підкреслити досягнутий розв'язок чи ефект від нього для об'єкта дослідження. Форма представлення результату може бути графічна на екрані комп'ютера, таблична у комп'ютерному файлі (.txt, .doc, .xls), у вигляді тематичної карти на екрані чи на папері, відеоматеріал у різних форматах (.avi, .mpeg), презентація у MS PowerPoint, яка поєднує усі вищезазвані види представлення результату, чи ін.

7. Зробити висновки та виробити рекомендації для удосконалення стану об'єкта або для подальшого використання результатів моделювання.

8. Оформити результати у вигляді звіту чи наукової роботи (статті, монографії) та підготувати доповідь на конференцію.

7.3. Класифікація прикладів використання ГІС-технологій в екологічних дослідженнях

Як було зазначено вище, геоінформаційні карти використовуються з різною метою і в різного роду завданнях. Здійснимо їх класифікацію за декількома критеріями. Важливо зазначити, що розв'язання однієї і тієї ж задачі може відноситись одночасно до декількох типів використання ГІС.

ГІС-технології використовуються:

1. За призначенням результатів роботи з такою метою:

1. Візуалізації даних – використання тільки тих інструментів, які дозволяють відобразити місцевість чи кількісні показники певних об'єктів у зручному вигляді (найбільш поширений тип, який широко використовується ще в давнину, ГІС-технології лише

додають зручності та ефектності цьому процесу). Практично всі ГІС-пакети мають інструментарій для розв'язання цих завдань. Часто ці завдання розв'язують і за допомогою пакетів програм, які не належать до класу ГІС-пакетів, оскільки не підтримують операції з координатами точок в одній із стандартних геодезичних проекцій: CorelDraw, PhotoShop та ін.

2. *Аналітичної обробки даних* – використання спеціалізованих інструментів, котрі дозволяють отримувати нову інформацію завдяки обробці даних з урахуванням їх просторової прив'язки.
3. *Збереження даних та забезпечення доступу до даних через Internet* – використовуються потужні мережні геоінформаційні системи з розподіленими банками даних, наприклад ArcSDE (для Intranet-мережі організації) або ArcGIS Server чи Panorama GIS Webserver (для Internet). Є й інші мережні ГІС, основна мета яких збереження та забезпечення оперативного зручного доступу до будь-яких текстових, числових чи картографічних даних.

II. За завданнями, які розв'язуються для таких цілей:

1. *Візуалізації просторово-орієнтованих кількісних даних для їх більш чіткого сприйняття.* Важливе значення має правильна постановка завдання візуалізації. Наприклад, в одному випадку краще будувати карту наявності певної властивості в об'єктів, що досліджуються. А іноді – карту відсутності цієї ж властивості.

Наприклад, спеціалісти Спілки охорони дикої природи WCS та Центру міжнародної інформації в галузі наук про Землю CIESIN розробили тематичну карту з оцінкою впливу людини на довкілля. А для кращого сприйняття цієї інформації зробили “дзеркальну” їй карту дикої природи, що залишилась. На цій карті червоним (темним) кольором відображено найбільш дикі місця, а зеленим (світлим) – найменш. Оскільки диких місць менше, ніж добре освоєних людиною, то ця “дзеркальна” карта є більш зручною для сприйняття. За рахунок використання невеликої кількості кольорів карта стає дуже наочною для глобальних висновків (рис. 7.2) (Гохман, 2004).

Геоінформаційна технологія дозволяє у зручному вигляді відображати просторово-орієнтовані кількісні дані, тобто показувати їх

кольором, розміром та типом умовних позначень на певній місцевості. Вибір шкали кольорів чи розмірів є цілою наукою. Для забезпечення оптимальної візуалізації кількісних даних, наприклад в ГІС-пакеті ArcGIS, є спеціальний інструментарій для аналізу гістограми розподілу цих кількісних даних. У відповідності до параметрів цієї гістограми та закону розподілу даних (рис. 7.3) можна вибрати оптимальну кольорову шкалу для їх візуалізації (Мітчел, 1999).

Вченими Інституту картографії та геоінформатики при Технологічному університеті м. Хельсінкі за допомогою ГІС здійснено планування та відображення екологічних мереж. На рисунку 7.4 наведено візуальне зображення екологічних бар'єрів (магістралей, залізничних доріг, водотоків, трубопроводів, сільськогосподарських полів, міської забудови та ін.) для міграції організмів у межах ареалів їх поширення. Ступінь екологічного впливу бар'єрів відображена кольором та "висотою" їх умовних позначень у пакеті ArcGIS 3D Analyst (Гохман, 2004).

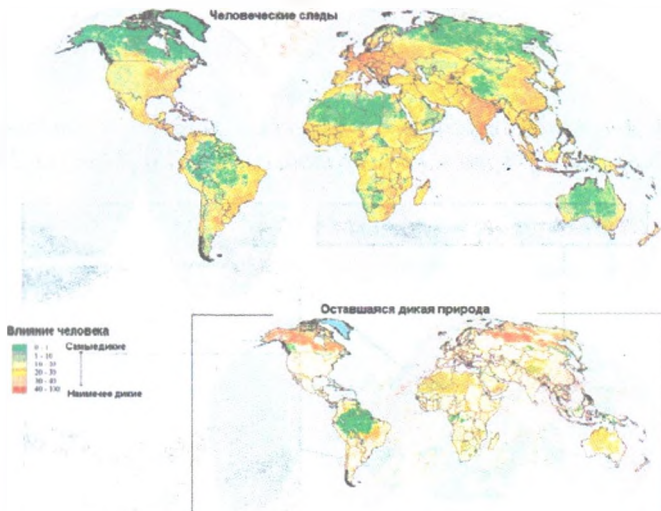


Рис. 7.2. Карта оцінки впливу людини на довкілля (ArcGIS) (Гохман, 2004)

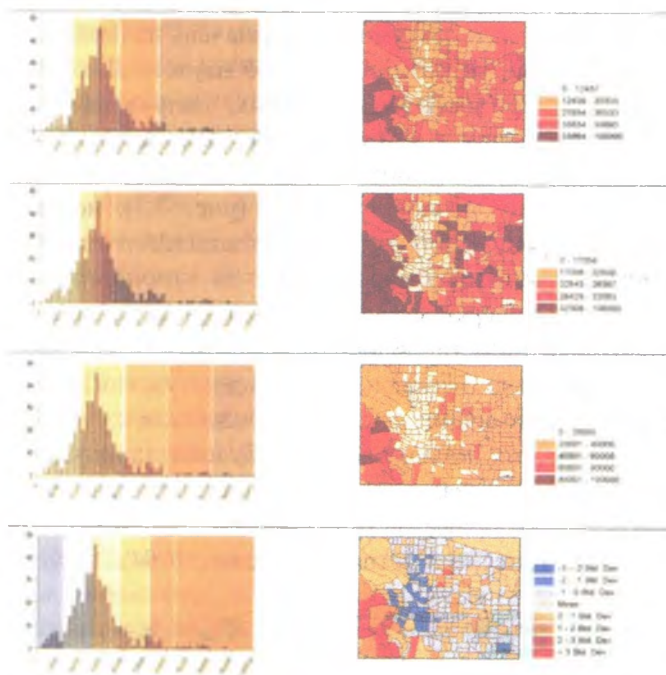


Рис. 7.3. Аналіз гістограми розподілу кількісних даних у відповідності до її параметрів та закону розподілу (ArcGIS) (Мітчел, 1999)

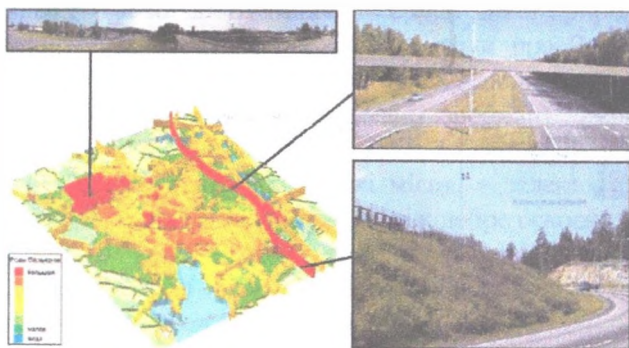


Рис. 7.4. Візуальне зображення екологічних бар'єрів (ArcGIS) (Гохман, 2004)

2. Здійснення візуального доповнення в інформаційних банках даних та реєстрах.

Вченими Вінницького національного технічного університету під керівництвом В. Б. Мокіна у 2004 році було створено електронний кадастр місць видалення відходів та хімскладів (МВВ та ХС) Вінницької області на замовлення Держуправління екології та природних ресурсів у Вінницькій області. Цей кадастр не тільки містить базу паспортних даних МВВ і ХС та геоінформаційну карту з їх просторовою прив'язкою, а й додатково до паспорта місць видалення відходів можна переглянути фрагмент тривимірної карти місцевості, де розташовано це МВВ (рис. 7.5). Тривимірна карта побудована в ГІС-пакеті “Панорама” (РФ) за допомогою інструменту “Формування тривимірної карти місцевості”.

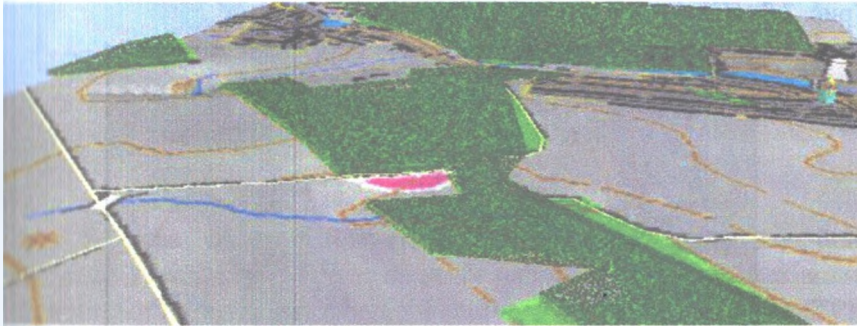


Рис. 7.5. Тривимірна схема місця видалення відходів (ГІС “Панорама”) (Мокін, 2005)

3. Аналітичної обробки даних з урахуванням багатьох критеріїв.

В Центрі інформаційних та комунікаційних технологій “Nuon” Нідерландів вибиралась територія для встановлення вітрогенераторів. При цьому бажаним було прибережне мілководдя, де вітер більш стійкий, ніж на суші, мала щільність судноплавства, мала щільність до шляхів міграції птахів, а також врахування обмежень з боку військових. Кожному з цих факторів присвоювалась певна вага, для кожного будувалась відповідна тематична карта, а потім ці

карти накладались одна на іншу і за певним алгоритмом визначалися території, де всі ці критерії задовольнялись максимально (рис. 7.6) (Патера, 2004).

В Державному заповіднику “Денежкин Камень” у м. Североуральськ (Свердловська область РФ), вченими університету Пурду (США) за допомогою створеної ГІС, картографічні дані якої були уточнені за допомогою даних супутникового знімання, формувались оптимальні фенологічні маршрути. На основі порівняння карт типів дерев у лісі, карт рельєфу (з параметрами: експозиція схилу, кут нахилу місцевості), карт маршрутів ссавців, птахів, продуктивності ягідників та кедрівників, вдалось знайти ті місця, де досягається найбільша біорізноманітність, представлені основні типи лісу заповідника та є найбільш типові ландшафти (рис. 7.7) (Квашніна, 2004).

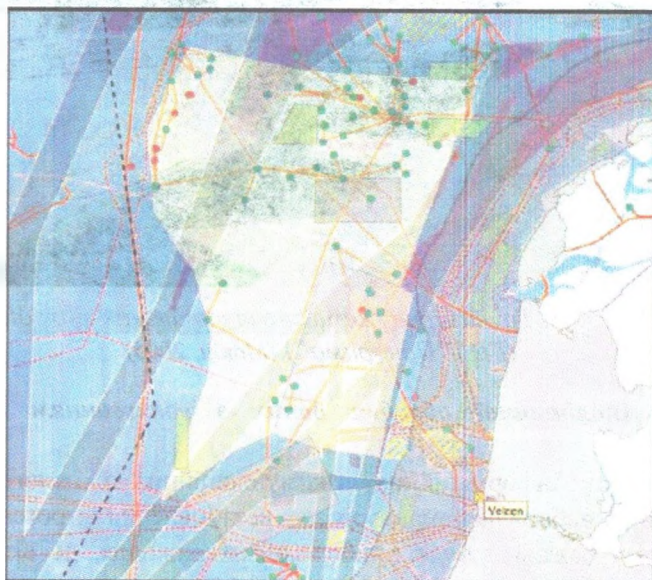


Рис. 7.6. Одна із карт, створена за допомогою ArcMap в Центрі інформаційних та комунікаційних технологій “Nyon” (ArcGIS) (Патера, 2004)

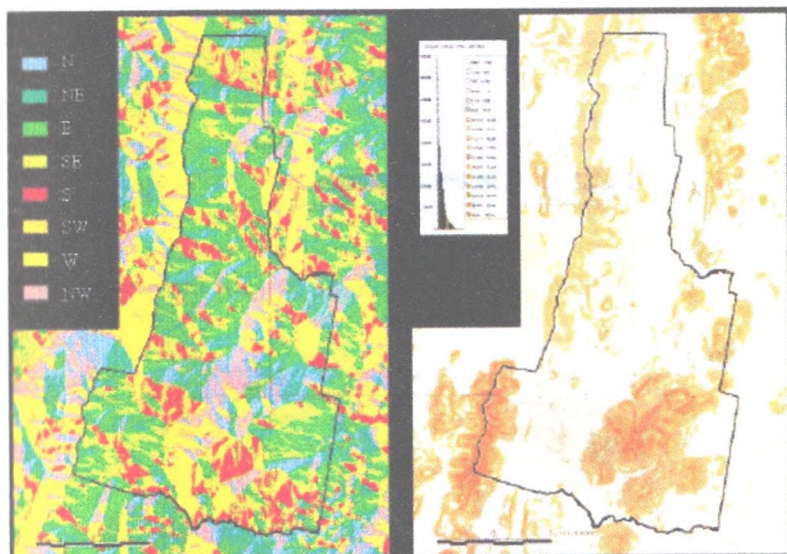


Рис. 7.7. Карти експозицій та схилів (ERDAS IMAGINE)
(Кривоногов та ін., 2003)

4. Прогнозування розвитку певних процесів чи явищ.

Урядова інформаційно-аналітична система з надзвичайних ситуацій України, розроблена на замовлення МНС України фахівцями та вченими Розподіленого інформаційно-аналітичного центру ІНТЕК-Україна, Інституту кібернетики НАНУ, Інституту геохімії навколишнього середовища НАН та МНС України, НДЦ технологій стійкого розвитку Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського та ЗАО "ECOMM Co", має за мету забезпечити міжвідомчу інформаційну взаємодію та аналітичну підтримку прийняття рішень на основі сучасних методів просторового аналізу, моделювання розвитку надзвичайних ситуацій та прогнозування їх наслідків. Наприклад, за допомогою ГІС-інструментарію пакет програм дозволяє розраховувати та здійснювати візуалізацію результатів моделювання поширення викидів в атмосферу (рис. 7.8), результатів прогнозування зони затоплення місцевості (рис. 7.9) (Іщук та ін., 2003).

Фахівцями Метеорологічної обсерваторії географічного факультету Московського державного університету ім. М.В. Ломоносова за допомогою ArcGIS проводилась обробка метеокліматичних даних РФ та їх прогнозування. На рис. 7.10 наведено результати прогнозування аномалій атмосферного повітря на весняно-літній сезон 2002 року для РФ. Під аномаліями мається на увазі перевищення середньосезонних значень від перевищення протягом одного місяця до перевищення протягом усього сезону (Зеркаль, 2003).

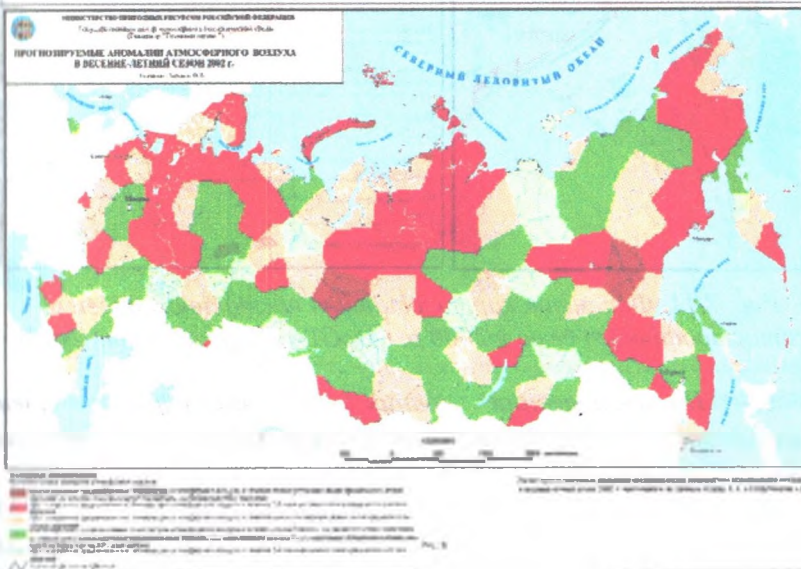


Рис. 7.10. Результати прогнозування аномалій атмосферного повітря на весняно-літній сезон 2002 року в РФ (ArcGIS) (Зеркаль, 2003)

5. Аналізу наслідків певних процесів чи подій, які вже відбулись.

Фахівцями ЗАО ППФ "Діорит" (м. Москва) розроблено інформаційно-програмне забезпечення для моніторингу селів у районі міста Тирнауз в долині р. Баксан, що на Північному Кавказі. На

рисунку 7.11 наведено фрагмент карти з оцінкою наслідків сходження катастрофічного селю у 2000 році (загинуло 8 осіб, зруйновано частину міста з багатоповерховими будинками, збитки склали мільярди карбованців) (Корсей та ін., 2003).



Рис. 7.11. Фрагмент карти з оцінкою наслідків сходження катастрофічного селю у 2000 р. (ArcGIS) (Корсей та ін., 2003)

6. Інтерполювання даних з виявленням нових закономірностей чи відтворенням картини розподілу певних параметрів у просторі.

Вченими Інституту промислової екології Півночі КНЦ РАН (м. Апатити, РФ) були побудовані карти розподілу концентрації стронцію та вмісту кишкової палички у водах річки Белая в районі м. Кіровськ та м. Апатити (рис. 7.12) (Сандимиров та ін., 2004).

Вченими та студентами кафедри раціонального природокористування географічного факультету Московського державного університету було здійснено комплексне фізико-екологічне обстеження експозиційних зал Музею землезнавства університету. Побудована ГІС музею та серія тематичних карт, головним чином, радіаційно-екологічної обстановки та електромагнітного забруднення приміщень. Карти побудовані шляхом

проведення обмірів у певних точках та інтерполяції в інших точках у пакеті ArcGIS 3D Analyst (рис. 7.13). В результаті було виявлено два радіоактивних експонати, які раніше вважались безпечними (Потанов, 2004).



Рис. 7.12. Карта розподілу чисельності бактерій типу кишкової палочки у водах річки Беляя в районі м. Кіровськ та м. Апатити (ArcGIS) (Сандимиров та ін., 2004)

7. Комплексності врахування багатьох параметрів довкілля.

Побудована в Державному заповіднику “Денежкин Камень”, що вже згадувався, ГІС, яка відображає динаміку зміни продуктивності ягідників та кедрівників по сезонах, дозволяє досліджувати циклічності в маршруті тварин саме у порівнянні зі станом середовища, в якому живе відповідна тварина (Квашина, 2004).

Фахівцями НВП “Екологічна лабораторія” ГУГП “Южгеологія” (м. Ростов-на-Дону, РФ) була побудована карта екологічної комфортності проживання на території м. Ростов-на-Дону, яка є результатом співставлення карти самого міста, карти шумового навантаження міста, карти підтоплення міста ґрунтовими водами,

карти забруднення міста пилом, карти розподілу важких металів та інших токсикантів в атмосферних опадах та карти ступеню забрудненості ґрунту важкими металами та нафтопродуктами (рис. 7.14) (Приваленко, 2004).

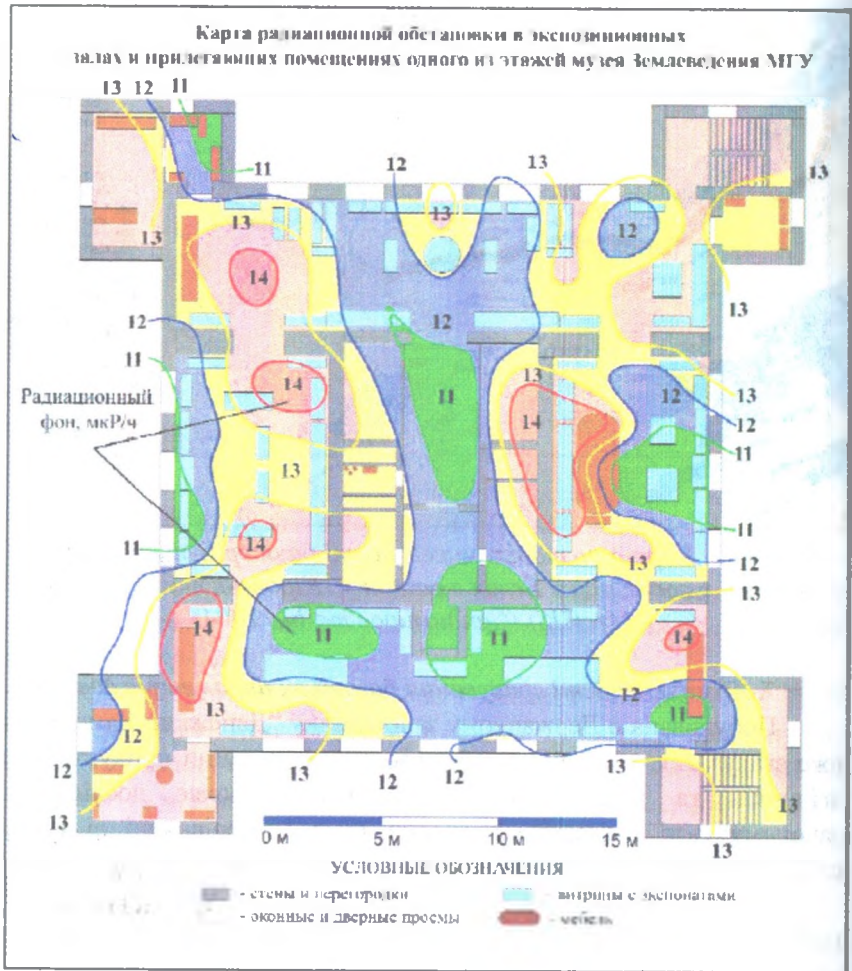


Рис. 7.13. Результати радіаційно-екологічного дослідження приміщень (ArcGIS) (Потапов, 2004)

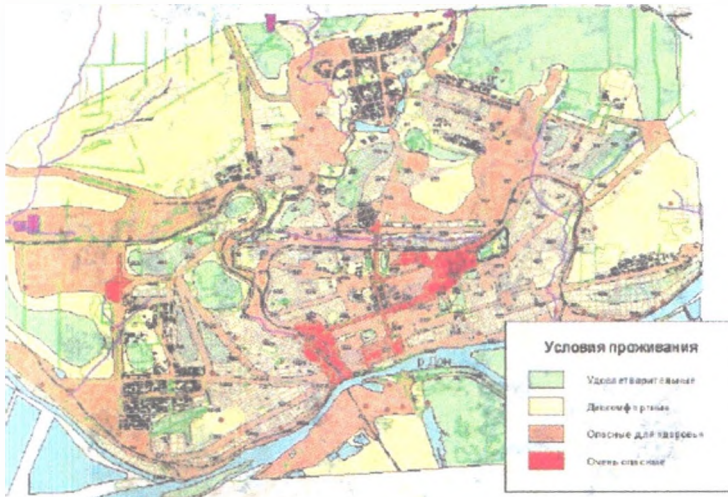


Рис. 7.14. Карта екологічної комфортності проживання на території м. Ростов-на-Дону (ArcGIS) (Приваленко, 2004)

III. За інструментарієм, що використовується.

1. Побудови **тематичних карт та діаграм** (картограм) та їх друкування (див. рис. 7.2, 7.6, 7.8, 7.10 – 7.15).

2. Формування **цифрової матриці рельєфу (ЦМР)** (рис. 7.16, 7.17).

3. **Геостатистичного аналізу.**

Геостатистична модель просторових даних для кількісного оцінювання їх просторової кореляції використовує функції відстані між парами точок та напрямом вектора, який з'єднує ці точки. Іншими словами, геостатистичні методи дозволяють отримати кількісну оцінку просторової автокореляції з урахуванням просторової конфігурації опорних точок відносно точки, для якої робиться прогноз. При цьому задається міра похибки прогнозу, яка дозволяє визначити ступінь точності прогнозування. Наприклад, на рисунку 7.19 показана побудована за цим методом в ГІС-пакеті ArcGIS GeoStatistical Analyst карта ймовірності захворювання дітей Білорусі раком щитовидної залози на основі аналізу напрямків вітру 27-30 квітня 1986 року з боку Чорнобильської АЕС.

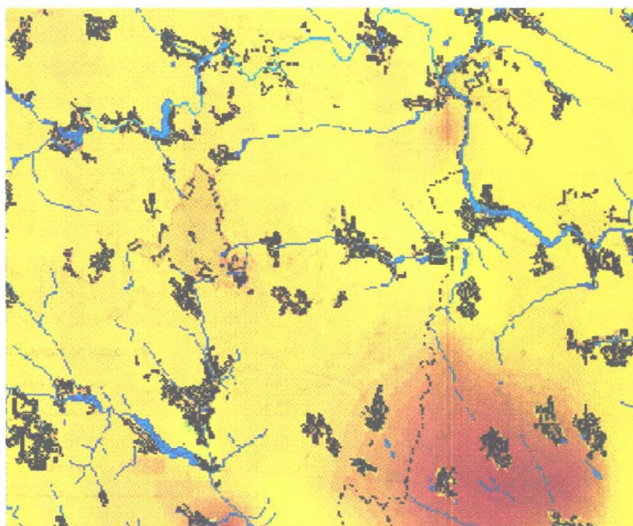


Рис. 7.15. Фрагмент тематичної карти із забруднення водних ресурсів нітратами (ГІС "Панорама") (Мокін та ін., 2005)

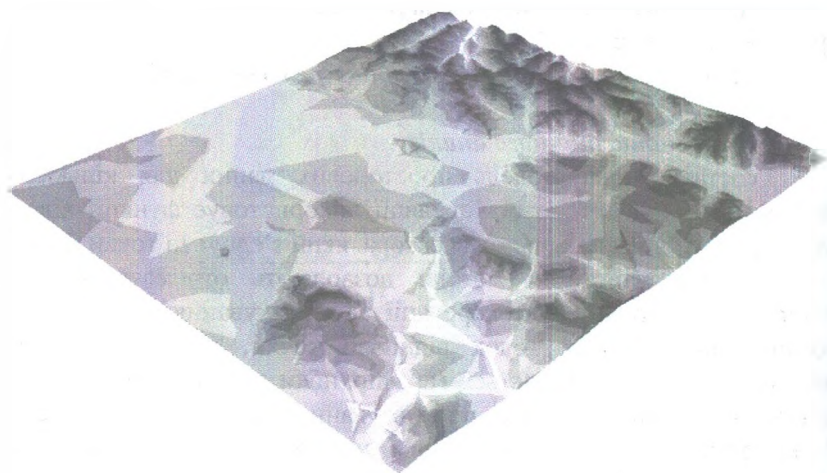


Рис. 7.16. ЦМР у вигляді TIN (об'ємний вигляд в перспективі) (ArcGIS)

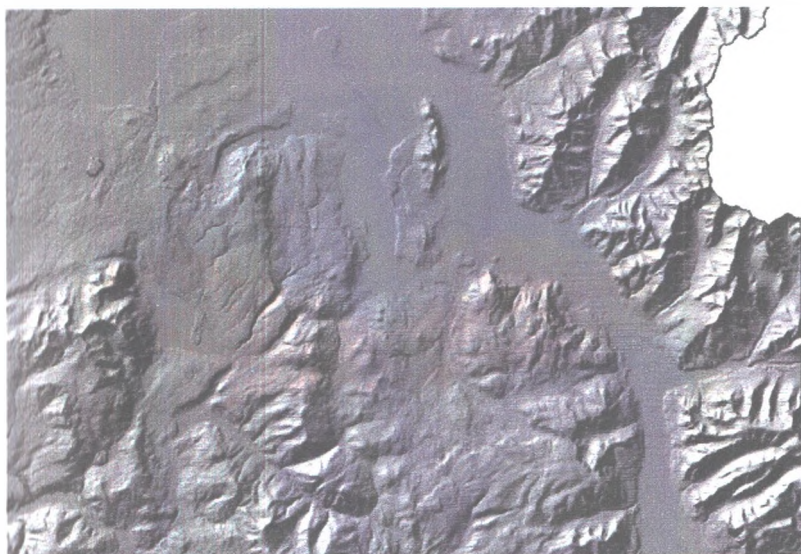


Рис. 7.17. ЦМР з більшою деталізацією (ArcGIS)

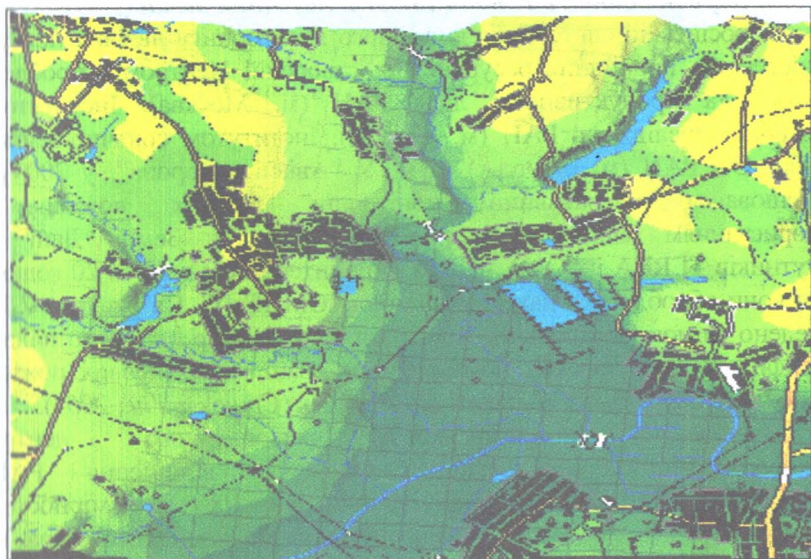


Рис. 7.18. ЦМР з векторними об'єктами (ГІС "Панорама")

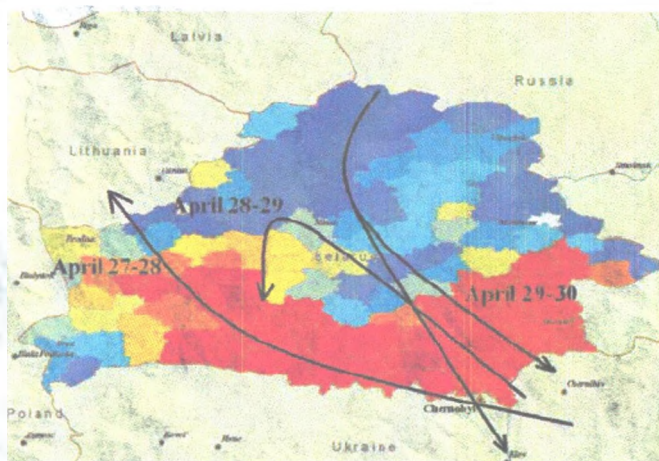


Рис. 7.19. Карта ймовірності захворювання дітей Білорусі раком щитовидної залози на основі аналізу напрямків вітру 27-30 квітня 1986 року з боку Чорнобильської АЕС (ArcGIS GeoStatistical Analyst)

4. Обробки даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ).

У російській системі дистанційного моніторингу лісових пожеж Міністерства природних ресурсів РФ, створеній Центром з проблем екології та продуктивності лісів РАН (м. Москва), Інститутом космічних досліджень РАН (м. Москва), Інститутом сонячно-земної фізики СО РАН (м. Іркутськ) та ФГУ “Авіалісоохорона”, у 2004 р. здійснювався оперативний моніторинг лісових пожеж із використанням даних дистанційного зондування Землі. Дані із супутників TERRA і AQUA надходили з інтервалом в 12 та 20 годин. Далі вони оброблялись пакетом програм “СМИС-П”. На рисунку 7.20 наведено знімок Центральної Якутії від 18.07.2002 р., де чітко видно шлейфи диму від лісових пожеж. Детектовані місця лісових пожеж наносились на карту в ГІС-пакеті ArcView 3.x (Єршов та ін., 2004).

Вченими Новосибірського регіонального центру геоінформаційних технологій Сибірського відділення РАН проводились дослідження природничо-історичних закономірностей розвитку Аральського регіону, зміни клімату та екосистеми озера, їх впливу на розселення та міграцію населення. Основою дослідження були космознімки різних супутників та форматів РФ та США з

роздільною здатністю 160 м, 180 м та 250 м. На рисунку 7.21 чітко видно стадії відступання берега Аральського моря з часом, а на більш оглядовому знімку на рисунку 7.22 видно границі Аралу у 1960 році та у значно більш давню епоху – епоху голоцену (Кривоногов та ін., 2003).

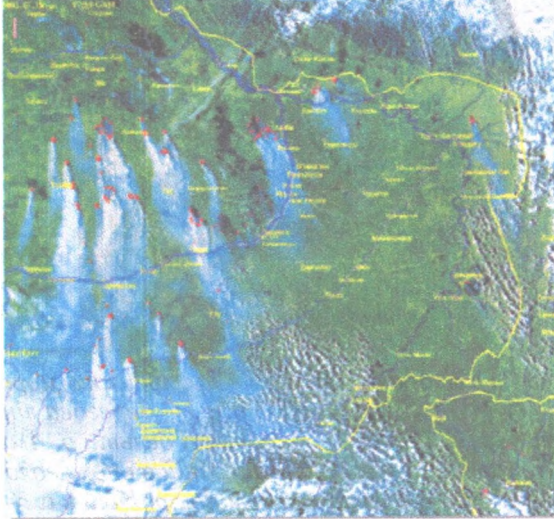


Рис. 7.20. Знімок Центральної Якутії (ArcView)
(Єршов та ін., 2004)

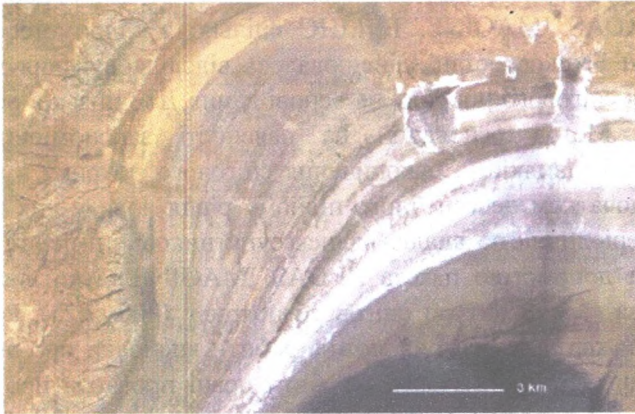


Рис. 7.21. Стадії відступання берега Аральського моря на знімку
ASTER, 2001 рік (Кривоногов та ін., 2003)

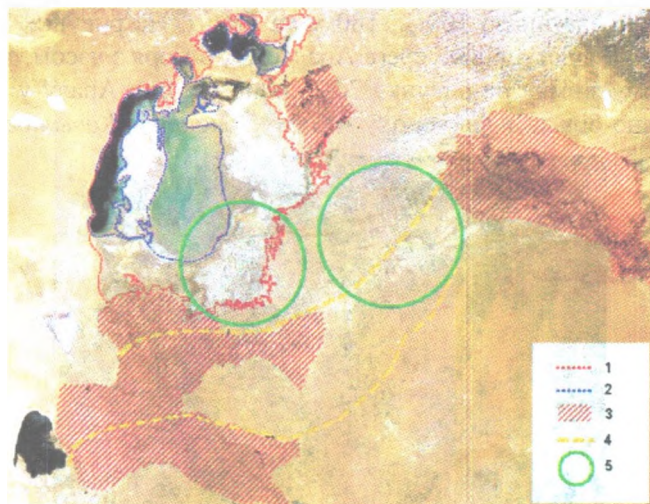


Рис. 7.22. Ознаки більш високих рівнів Аральського моря в голоценові видно на знімку MODIS (12.06.2002 р.): 1 – берегова лінія 1960 р.; 2 - берегова лінія 2000 р.; 3 – території дельти р. Амудар'ї та Сирдар'ї; 4 – сліди давніх берегових ліній в епоху голоцену; 5 – області прибережних дюн, що з часом потрапили в смугу осушення (Кривоногов та ін., 2003)

Одним із найпотужніших пакетів програм для обробки даних ДЗЗ є ERDAS IMAGINE. В МНС спільно з Гідрометеослужбою Республіки Башкортостан здійснювалось відслідковування динаміки сходження снігового покриву на основі даних ДЗЗ низької роздільної здатності. Метод оснований на наявності закономірності між величиною і швидкістю накопичення снігового покриву в басейнах річок та початком небезпечного підйому рівня води у цих річках. З певною періодичністю аналізувались супутникові знімки місцевості. На них за допомогою пакета ERDAS IMAGINE чітко виявлені та нанесені на карту контури снігового покриву (рис. 7.23). Регулярно аналізуючи карту за картою, можна робити висновки про швидкість накопичення снігу в регіоні та робити певні прогнози про появу у цьому регіоні паводків та повеней, їх розміри та наслідки (Павлов, 2003).

Сучасна технологія супутникового знімання поверхні Землі та обробки результатів знімання у різних спектрах дозволяє отримувати зображення високої роздільної здатності у справжніх кольорах. На рисунку 7.24 наведено отримане таким чином зображення цунамі, що забрало у грудні 2004 року сотні тисяч життів (зображення взято з галереї супутникових знімків на сайті ООО “ПРАЙМ ГРУП”, РФ: <http://www.quickbird.ru>).

5. Розв’язання задачі “Комівояжера” – задачі вибору оптимального маршруту з мінімальною відстанню між заданими точками.

Наприклад, в ГІС-пакеті “Панорама” можна сформувати множину доріг, по яких може рухатись той чи інший вид транспорту, наприклад пожежні машини для ліквідації лісової пожежі, присвоїти цим дорогам ранг (за максимально можливою швидкістю чи за типом покриття чи ін.), побудувати дорожню мережу. Далі на створеній мережі виділяється початковий та кінцевий об’єкти маршруту і ГІС-інструмент “Построение минимального пути” з параметром “по длине” або “по времени” показує на карті маршрут з мінімальною відстанню та з мінімальним часом подолання цього маршруту з урахуванням рангу доріг. У спеціальному вікні виводиться час, необхідний на подолання кожного відрізка оптимального маршруту та сумарний час (рис. 7.25).

IV. За способом урахування координати часу.

1. Статичні в одній фазі часу – відображення певних закономірностей у певний момент часу або за певний період.

Цей спосіб використовується у переважній більшості карт, в яких не ставиться задача аналізу динаміки або варто аналізувати кожен характерний період (наприклад, зима, весна, літо та осінь) окремо.

2. Статичні у багатьох фазах часу – відображення серій карт на одній, наприклад різними кольорами.

Цей спосіб є дуже поширеним, оскільки дозволяє на одній карті аналізувати динаміку розвитку явища, наприклад поширення лісової пожежі, або збільшення зони затоплення територій паводком, або

розростання території міста з часом тощо (рис. 7.26).

Даний спосіб є найбільш зручним за умови, що зміна параметрів стану чи розмірів об'єктів карти відбувається монотонно, тобто в усіх напрямках весь час збільшується або хоча б не змінюється. Це характерно, як правило, для зміни території лісової пожежі, зон затоплення, нафтових плям в океані тощо. Якщо ж хоча б в одному напрямку відбувається реверс розширення, як наприклад, для зміни границь ареалу розповсюдження тварин чи рослин, зміна контурів плям на Сонці тощо, тоді цей метод втрачає свою ефективність. У цьому разі слід використовувати інші методи.

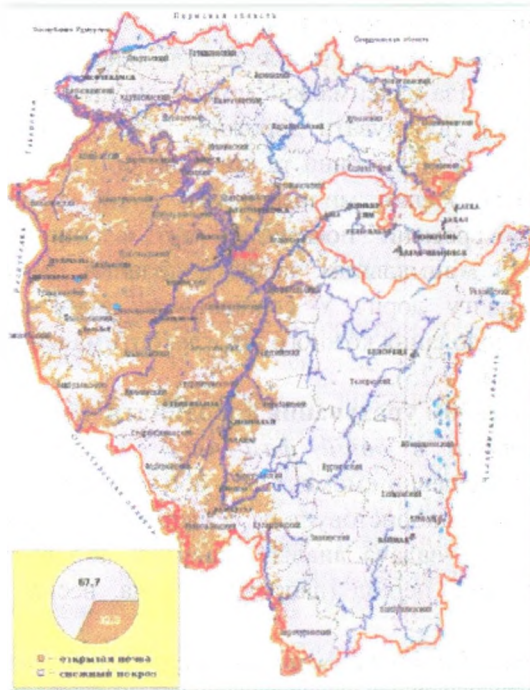


Рис. 7.23. Карта засніженості території (сніг показано світлішим кольором, відкритий ґрунт – темнішим) (ERDAS IMAGINE) (Павлов, 2003)

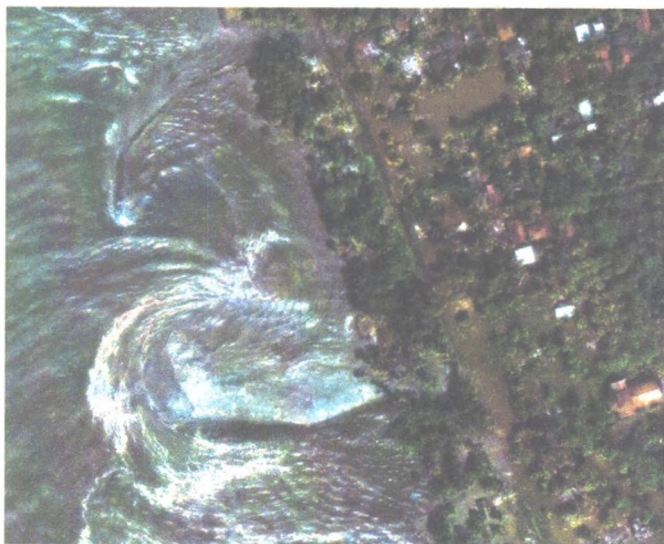


Рис. 7.24. Цунамі біля о. Шрі-Ланка (супутник QuickBird;
<http://www.quickbird.ru/gallery/>)



Рис. 7.25. Фрагмент геоінформаційної карти з побудованою мережею доріг та оптимальним за мінімумом відстані маршрутом між двома точками в ГІС "Панорама"

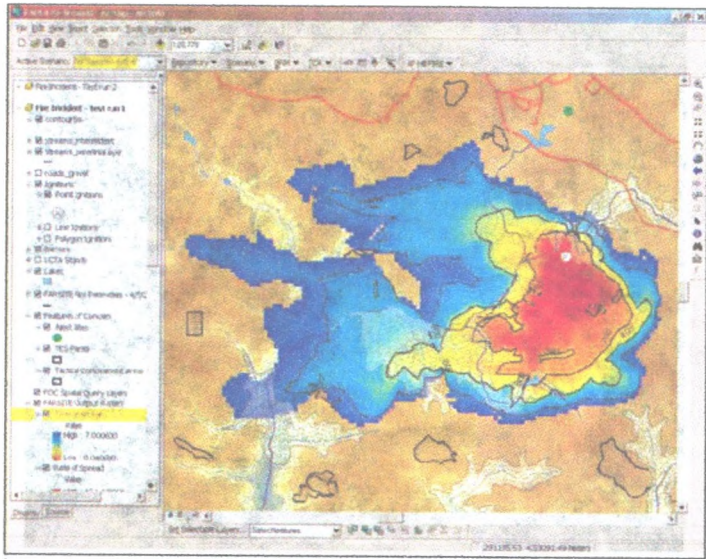


Рис. 7.26. Зони лісової пожежі, відображені різними кольорами в залежності від часу, що пройде від виникнення пожежі до досягнення нею контурів цих зон (ГІС-пакет ArcGIS та програма EcoDSS і модель пожежі FARSITE)

3. Мультиплікація карт з використанням сучасних програмних засобів – відображення серії карт в одній системі координат з використанням однакових умовних позначень та кольорових шкал з виведенням одна за одною з певною часовою затримкою для відслідковування динаміки розвитку явища, котре відображається на цих картах.

Наприклад, виведення одна за одною карт, отриманих дешифруванням даних дистанційного зондування Землі, які з певним часовим інтервалом відображають певне явище, наприклад, поширення нафтової плями в океані, чи цунамі, чи зміну контурів озонового шару на Південному полюсі Землі.

У такий спосіб можна легко відслідкувати динаміку розвитку явища та виявити його закономірності. Наприклад пакет “Панорама” має спеціальний інструмент – “Мультиплікація даних”.

Мультиплікація карт є універсальним способом відображення динаміки явища, єдиним недоліком якого є складність ілюстрування цієї динаміки у звітах, статтях та інших роботах. Доводиться наводити карти просто поряд, але тоді їх важче аналізувати, оскільки вони не інклудуються одна на одну і тому втрачаються переваги цього способу.

4. *Карти з динамічними об'єктами* – з використанням технологій DirectX (платна) або OpenGL (безкоштовна) можна запрограмувати виведення певних об'єктів карти в динаміці, наприклад міграцію птахів, риб чи тварин, зміну границь міста з часом, рух пересувного транспорту – потенційних джерел забруднення довкілля та ін.

Карти з динамічними об'єктами сприймаються ще більш ефективно, за їх допомогою можна відображати явища, котрі відбуваються в усіх трьох просторових координатах одночасно. Недоліки: складність створення таких карт, складність ілюстрування цієї динаміки у звітах, статтях та інших роботах, складність проведення вимірювань на цих картах.

V. За відображенням розподілених у просторі явищ на екрані:

1. *Тривимірні просторові зображення, але з відображенням відмінностей в глибині поверхні Землі.*

Наприклад, ГІС-пакет “Панорама” дозволяє візуалізувати розподіл різних мінералів та складових по вертикалі товщі порід. Оскільки кожен шар мінералів має тривимірне відображення, можна говорити про “чотири” виміри даного зображення. На рисунку 7.27 показано розподіл мінералів уздовж вертикалі товщини породи, а на рисунку 7.28 вигляд цієї вертикалі разом із рельєфом на поверхні в перспективі.

ГІС-технології мають й інші можливості, наприклад технологія GPS дає можливість точно визначати місцезположення об'єктів і далі автоматично наносити його на карту ГІС шляхом підключення GPS-приймача до комп'ютера з ГІС-пакетом та цієї картою. Це відкриває поточні можливості для збирання та обробки екологічної інформації.

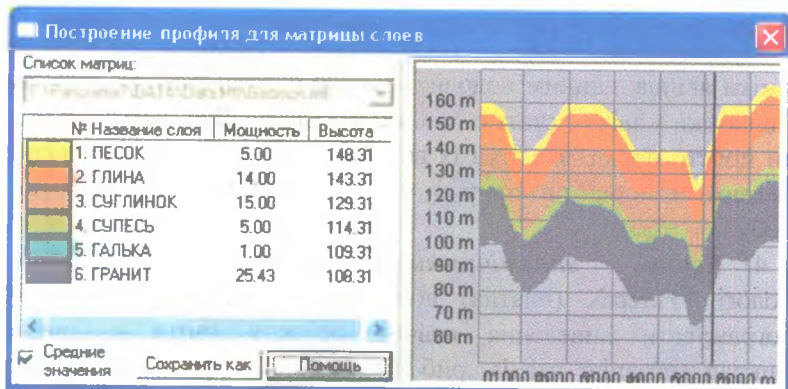


Рис. 7.27. Розподіл мінералів уздовж вертикалі товщини породи (ГІС "Панорама")

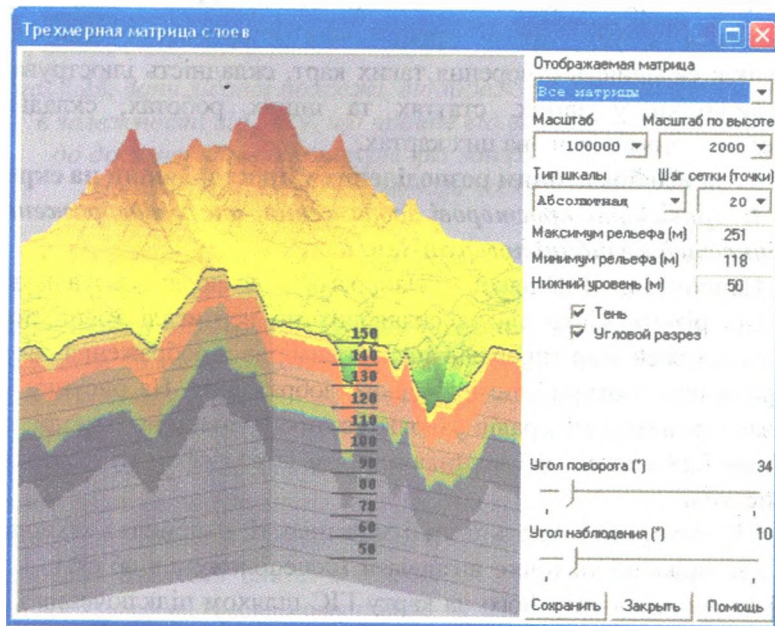


Рис. 7.28. Вигляд розподілу мінералів уздовж вертикалі товщини породи разом із рельєфом на поверхні в перспективі (ГІС "Панорама")

Наприклад, в Йеллоустоунському парку (США) GPS-приймачі використовують для стеження за маршрутом ведмедів гризлі. Якщо рідше дослідники встановлювали у ведмедя радіомаяк, а потім рухались за ним із радіопеленгатором, біноклем і планшетом з картою місцевості, то тепер для цього використовують ошийник, обладнаний GPS-приймачем, модулем пам'яті і таймером. Ведмідь декілька місяців носить цей ошийник, котрий фіксує усі його координати і зберігає їх у запам'ятовувальному пристрої, встановленому на ошийнику. У певний час спрацьовує таймер і ошийник автоматично розлетівається, падає на землю та подає певний сигнал. Далі дослідники його знаходять, підключають до комп'ютера з ГІС, і комп'ютер за даними з ошийника автоматично наносить на карту весь маршрут ведмедя за декілька місяців ледь не по секундах.

Приклади створених та впроваджених геоінформаційних систем екологічного моніторингу і контролю довкілля регіонів України та геоінформаційних систем підтримки прийняття рішень з інтегрованого управління водними ресурсами басейнів річок України можна знайти за адресою: <http://ndledem.vn.ua>

Контрольні питання та завдання для самостійної роботи

1. Дайте означення географічної інформаційної системи (ГІС).
2. Для чого призначені ГІС?
3. Порівняйте можливості сучасних ГІС-пакетів. Наведіть приклади їх застосування.
4. Охарактеризуйте етапи проведення досліджень з використанням ГІС-технологій.
5. Наведіть класифікацію прикладів використання ГІС-технологій в екологічних дослідженнях.
6. Як здійснюється аналітична обробка даних ГІС?
7. Наведіть приклади поєднання ГІС-технологій та дистанційного зондування Землі.
8. Як за допомогою ГІС прогнозується розвиток певних процесів чи явищ?

9. Як здійснюється аналіз наслідків певних процесів чи подій, які вже відбулись?
10. Яким чином проводиться інтерполювання даних з виявленням нових закономірностей чи відтворенням картини розподілу певних параметрів у просторі?

ПРИКЛАД КОНТРОЛЬНОЇ ТЕСТОВОЇ ПРОГРАМИ

1. Вибір певного об'єкта і всебічне, достовірне вивчення його структурних характеристик, зв'язків на підставі розроблених у науці принципів і методів пізнання, а також отримання корисних для людей результатів, впровадження їх у виробництво з подальшим економічним ефектом, – це:

- 1) об'єкт наукового дослідження;
- 2) суб'єкт наукового дослідження;
- 3) мета наукового дослідження;
- 4) зміст наукового дослідження;
- 5) пізнання наукового дослідження.

2. Наукове припущення, висунуте для пояснення будь-яких явищ (процесів) або причин, які зумовлюють даний наслідок, – це:

- 1) теорема;
- 2) аксіома;
- 3) парадигма;
- 4) гіпотеза;
- 5) парадокс.

3. Твердження, для якого в теорії, що розглядається, існує доказ (інакше кажучи, доведення), – це:

- 1) теорема;
- 2) аксіома;
- 3) парадигма;
- 4) гіпотеза;
- 5) парадокс.

4. Твердження певної теорії, яке при її деструктивній побудові приймається без доведення як правильне вихідне положення та кладеться в основу доведення інших тверджень, – це:

- 1) теорема;
- 2) аксіома;
- 3) парадигма;
- 4) гіпотеза;
- 5) парадокс.

5. Модель постановки проблем, прийнята як зразок для вирішення дослідницьких завдань; панівний спосіб наукового мислення, який проявляється в деякій закінченості і відносній

узгодженості поглядів на явища і речі, що належать до компетенції якого-небудь підрозділу науки, – це:

- | | |
|---------------|--------------|
| 1) теорема; | 4) гіпотеза; |
| 2) аксіома; | 5) парадокс. |
| 3) парадигма; | |

6. Два протилежні твердження суджень, кожне з яких є переконливим доказом, – це:

- | | |
|---------------|--------------|
| 1) теорема; | 4) гіпотеза; |
| 2) аксіома; | 5) парадокс. |
| 3) парадигма; | |

7. В Україні встановлено наступні наукові ступені:

- 1) кандидат наук, доктор наук, академік;
- 2) доцент, професор, академік;
- 3) кандидат наук, доктор наук;
- 4) кандидат наук, доктор наук, професор;
- 5) доцент, професор.

8. Перший науковий ступінь, який може здобути людина з вищою освітою, – це:

- | | |
|-------------------|--------------|
| 1) магістр; | 4) професор; |
| 2) кандидат наук; | 5) академік. |
| 3) доктор наук; | |

9. Інтуїтивне пояснення явищ без проміжної аргументації, без осмислення всієї сукупності зв'язків, на основі яких робляться висновки, – це:

- | | |
|-------------------------|-----------------------|
| 1) наукова ідея; | 4) наукова концепція; |
| 2) науковий результат; | 5) наукова доповідь. |
| 3) наукове дослідження; | |

10. Об'єктом науки є:

- | | |
|--------------------------------------|--------------------|
| 1) частина об'єктивної реальності; | 4) теорія; |
| 2) система знань; | 5) науковий закон. |
| 3) частина необ'єктивної реальності; | |

11. Який характер мають гіпотези?

- | | |
|-------------------|-----------------|
| 1) ймовірностний; | 4) періодичний; |
| 2) випадковий; | 5) динамічний. |
| 3) стохастичний; | |

12. Наука – це сукупність:

- | | |
|-------------|-------------------|
| 1) гіпотез; | 4) суджень; |
| 2) фактів; | 5) наукових ідей. |
| 3) теорій; | |

12. Система поглядів, теоретичних положень, основних тверджень щодо об'єкта дослідження, які об'єднані певною ідеєю – це:

- | | |
|-------------------------|-----------------------|
| 1) наукова ідея; | 4) наукова концепція; |
| 2) науковий результат; | 5) наукова доповідь. |
| 3) наукове дослідження; | |

13. Наука, що вивчає закономірності розвитку науки, структуру і динаміку наукового знання та наукової діяльності, взаємодію науки з іншими соціальними інститутами та сферами матеріального та духовного життя суспільства, – це:

- | | |
|-------------------|------------------------|
| 1) наука; | 4) науковий результат; |
| 2) наукознавство; | 5) наукова ідея. |
| 3) методологія; | |

14. Який метод досліджень не використовується в екології?

- | | |
|--------------------|---------------------------|
| 1) картографічний; | 4) гідрогеотехнологічний; |
| 2) геофізичний; | 5) геохімічний. |
| 3) моделювання; | |

КОРОТКИЙ ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК

А

Абсолютне знання — це повне відтворення узагальнених уявлень про об'єкт, що забезпечує абсолютний збіг образу з об'єктом. Абсолютне знання не може бути відкинутим або зміненим у майбутньому. На основі абсолютного знання формується базове знання.

Абсорбція — фізико-хімічний процес вбирання речовин з розчинів чи з газів усім об'ємом.

Абстрагування — метод наукового пізнання, суть якого полягає у виділенні кількох ознак або властивостей об'єкта, що досліджується, при означеному розумовому відключенні інших властивостей, зв'язків і відносин предмета. Абстрагування дозволяє замінити в свідомості людини складний процес більш простим, який характеризує найсуттєвіші ознаки предмета або явища, що важливо для створення багатьох понять.

Абстрактно-логічний метод вимагає цілеспрямованого, планового та систематичного вивчення явищ, логічного розподілу на складові на основі абстракції і виділення основної категорії (поняття), в якій є всі важливі ознаки явища, яке вивчається; формування існуючих ознак основної економічної категорії; логічне об'єднання складових явища і встановлення закономірностей його розвитку. Цей метод дослідження включає спостереження за доцільністю діяльності людей, спрямованої на перетворення природи суспільства; наукову абстракцію з використанням прийомів аналізу, аналогії, індукції і дедукції; теоретичні висновки з певних понять, категорій і законів, що відображають розвиток процесу.

Автокореляція - вираження взаємного зв'язку між сусідніми членами стаціонарного ряду.

Автореферат дисертації — наукове видання у вигляді брошури, що містить складений автором реферат проведеного ним дослідження, представленого на здобуття наукового ступеня. Одне із джерел наукової інформації на етапі аналізу стану питання в науці.

Адсорбенти - високодисперсні штучні чи природні тіла, поверхня яких вбирає речовину з газів або з розчинів при стиканні з ними.

Аерометоди – сукупність різних методів вивчення місцевості з літака чи з вертольота (аеровізуальне знімання, аерофотознімання, перомагнітне знімання). Застосування А. підвищує ефективність і якість геол. знімання, як основного методу вивчення геол. будови Землі.

Аксіома - твердження певної теорії, яке при її деструктивній побудові приймається без доведення як вірне вихідне положення та кладеться в основу доведення інших тверджень.

Аксіоматико-дедуктивний метод – метод, який найчастіше застосовується у точних (математика, фізика) науках. Він базується на встановленні початкового набору понять, формулюванні кількох аксіом, тобто істин, які не потребують доказів (які приймаються без доведення) і у встановленні правил, умов, висновку (звичайно, ними є правила формальної або математичної логіки).

Аксіоматичний метод — спосіб побудови наукової теорії, за яким деякі аксіоми (постулати) приймаються без доказів і потім використовуються для отримання подальших знань за певними логічними правилами.

Актуальність дослідження – методологічна характеристика дослідження. Обґрунтування актуальності припускає відповідь на питання: чому дану проблему потрібно в даний час вивчати? Варто розрізняти актуальність наукового напрямку в цілому й актуальність самої теми усередині даного напрямку. Актуальність напрямку, як правило, не має потреби в складній системі доказів. Інша справа – обґрунтування актуальності теми. Дослідження можна вважати актуальним лише в тому випадку, якщо актуальний не тільки даний науковий напрямок, але й сама тема актуальна в двох відношеннях: її наукове рішення, по-перше, відповідає насущній потребі практики, а по-друге, заповнює прогалину в науці, що у даний час не має у своєму розпорядженні наукових засобів для вирішення цього актуального наукового завдання.

Алгоритм – набір інструктивних дій, що визначає їхню послідовність для одержання даних чи результатів у цілому.

Альтернативна гіпотеза – статистична гіпотеза, відповідно до якої розходження між вибірками є значимими, тобто відбивають відповідне розходження усередині чи між популяціями, з яких узяті ці вибірки. Звичайно альтернативна гіпотеза відповідає робочій гіпотезі дослідження.

Альфа-метод – один з радіометричних методів вивчення радіоактивності у пробах, який ґрунтується на вимірюванні випромінювання.

Аналіз – метод дослідження, уявне чи практичне розкладання досліджуваного предмета чи явища на характерні для нього складені елементи, виділення в ньому окремих сторін, вивчення кожного елемента чи сторони явища окремо як частини одного цілого. Аналіз дозволяє виявити будівлю досліджуваного об'єкта, його структуру, відокремити істотне від несуттєвого, звести складне до простого. Ціль аналізу – пізнання частин як елементів складного цілого. Процедура, зворотна аналізу, - синтез.

Аналіз базових понять – теоретичний метод дослідження, сукупність гносеологічних операцій з науковими поняттями, у яких відбиваються явища, що виступають предметом дослідження. Синонім: Термінологічний аналіз.

Аналітичний огляд – огляд, у якому дається аналітична оцінка стану питання за визначений проміжок часу. Містить аргументовану характеристику матеріалу, що аналізується, дає обґрунтовані практичні рекомендації. Розглядається як частина науково-дослідної роботи.

Аналітичне дослідження – дослідження, пов'язане з розкриттям причин, які викликали появу того чи іншого явища й зумовили його характер, динаміку змін, гостроту суперечностей. Аналітичному дослідженню передують розвідувальні та описові дослідження, на підставі яких формуються попередні уявлення щодо окремих сторін об'єкта і предмета, обираються оптимальні форми й методи для подальшого їх вивчення.

Аналогія – загальнонауковий метод дослідження, вид умовиводу, що дозволяє виявити властивості одного предмета на підставі його подібності з іншим. Знання, отримане при розгляді якого-небудь об'єкта («моделі»), переноситься на інший об'єкт (предмет, явище, процес), що менш вивчений чи доступний для дослідження.

Анкета — система запитань, об'єднана єдиним планом дослідження для з'ясування проблемної ситуації і вивчення характеристик об'єкта аналізу. Анкета, як правило, має 30-40 запитань. Щоб анкета могла успішно виконати своє призначення — дати досліднику вірогідну інформацію, слід знати і дотримуватися ряду правил та принципів її конструювання і насамперед різних питань, з яких складається анкета. Існують й інші вимоги до складання анкет, зокрема: забезпечення можливості ухилення від відповіді, збалансованість позитивних і негативних суджень; у формулюванні питань не повинно бути явних чи прихованих підказок, вони не мають навіювати уяву про «погані» чи «гарні» варіанти відповідей.

Анкетування – метод одержання інформації, заснований на опитуванні людей для одержання зведень про фактичний стан речей. Метод анкетування використовується у випадках, коли досліджувану проблему важко вивчити іншими методами.

Анотація — це коротка характеристика звіту або іншого друкованого документа за змістом, призначенням, формою та іншими особливостями. Анотація виконує насамперед сигнальну функцію і повинна відповідати на таке запитання: «Про що йдеться в первинному документі?». Тому анотації містять у собі переважно фрази у формі пасивного стану, де присудок виражений дієсловом у зворотній формі: («розглядається», «обговорюється», «досліджується» тощо) чи пасивною дієслівною формою («розглянутий», «досліджений», «доведений» тощо). Анотації часто містяться в звітах, а також у книгах, брошурах, тематичних планах видавництва, рекламних матеріалах, у бібліографічних посібниках і друкованих каталожних картках.

Аргумент – думка, істинність якої перевірена і доведена практикою і яка тому може бути приведена в обґрунтування істинності чи хибності іншого положення. Аргумент є складовою частиною всякого доказу. Як аргументи можна виставляти аксіоми, прийняті в даній системі, визначення, судження про вірогідно відомі факти.

Аутекологія - факторіальна екологія, розділ екології, який вивчає взаємовідносини окремої особини з навколишнім середовищем.

Б

База даних (БД) – сукупність відповідним чином формалізованих і структурованих даних, для організації введення, збереження і доступу до яких розробляються спеціальні правила. Збереження даних у БД забезпечує централізоване керування, дотримання стандартів, безпеку і цілісність даних, скорочує надмірність і усуває суперечливість даних. Функціонування цієї бази забезпечується сукупністю мовних і програмних засобів, які мають назву системи управління базою даних. База даних сприяє формуванню бази знань.

База знань — сукупність упорядкованих основних відомостей, що належать до певної галузі знань і зберігаються в пам'яті ЕОМ. У ній відокремлюється дві відносно самостійні частини: знання про певну галузь у вигляді термінів і законів, стверджень; конкретні факти, що описують цю галузь. База знань сприяє розвитку бази даних. База знань, на відміну від бази даних, містить як дані, так і правила їх обробки.

Базове знання – це знання структурних зв'язків та закономірностей розвитку соціальних процесів та явищ. Воно стабільне в часі і трансформується в конкретні знання залежно від змісту вирішуваних завдань. Базове знання завжди концептуальне, лежить в основі формування ключової компетентності.

Базове поняття – головне, ключове поняття, що відбиває суть змісту предмета дослідження, його найбільш істотні властивості й

ознаки. Виступає як об'єкт термінологічного аналізу і операціоналізації. Навколо базового поняття створюється ієрархічна, субординована понятійна система. На його основі розробляється концепція дослідження.

Бакалавр – перший науковий ступінь, особа, що одержала диплом про закінчення середньої освіти у ряді країн, в розумінні академічного звання ввійшов у практику з XIII століття в західноєвропейських університетах. Вперше це було введено на богословському факультеті Паризького університету папою Григорієм IX (1227-1241) для визначення тих студентів, які витримали відповідний іспит та блискуче захистили диспут і, як наслідок, отримали право носити червону камілавку. З часом це звання перекинулось на інші факультети та розповсюдилось по Європі. Тепер "бакалавр" повсюдно означає перший ступінь, який отримують після закінчення курсу основ наук.

Банк даних – певна сукупність програмних, організаційних, технічних засобів, призначених для централізованого накопичення та багатопільового використання інформації, яка упорядкована і сконцентрована в певному місті (у пам'яті ЕОМ, бібліотеці, каталогах, картотеці). Його ядром є база даних.

Бесіда – метод одержання інформації на основі словесної (вербальної) комунікації дослідника і респондента, що відповідає на питання, які передбачені програмою дослідження. Організується за метою з'ясування індивідуальних особливостей особистості (мотиваційної та емоційної сфер, знань, переконань, інтересів, переваг тощо).

Бібліографічний огляд – огляд, що містить характеристику джерел інформації, що з'явилися за визначений час чи об'єднаних за якою-небудь іншою загальною ознакою.

Бібліографія – галузь знань про методи і способи складання покажчиків, списків, оглядів друкованих творів. Завдання бібліографії полягає у реєстрації друкованих творів з певної галузі знань, окремої проблеми, теми.

Біогенез – вчення про походження одних живих організмів від інших.

Біоіндикатори – група особин одного виду або угруповання, наявність, кількість або інтенсивність розвитку яких в тому чи іншому середовищі служать показником стану навколишнього середовища або його антропогенних змін.

Брошура – літературно оформлена праця науково-виробничого характеру, де всебічно висвітлюється певне питання в науково-популярній формі. Серед книг і брошур важливе місце займають монографії, в яких висвітлені результати всебічного вивчення певної проблеми чи теми. Монографія може бути підготовлена як одним автором, так і колективом. Особливе місце серед книг, які використовуються в сфері наукової інформації, займають підручники і посібники — неперіодичні видання, в яких містяться систематизовані відомості наукового і прикладного характеру, викладені у доступній формі як для викладачів, так і для студентів.

В

Верифікація - перевірка, емпіричне підтвердження теоретичних положень науки шляхом зіставлення їх із досліджуваними об'єктами.

Версія – одне з декількох відмінних одне від іншого можливих пояснень визначеної ситуації, якої-небудь події. Версія, підтверджена фактами, стає вірогідністю.

Вид - сукупність особин, які близькі між собою за будовою і походять від загального видового предка.

Видання – документ, призначений для поширення інформації, що міститься в ньому, що пройшов редакційно-видавничу обробку, поліграфічно самостійно оформлений та має вихідні дані.

Видання наукове – видання, призначене для наукової праці та містить теоретичні і (чи) експериментальні дослідження.

Виступ з доповіддю - це самоперевірка, самоконтроль автора через звертання до колективного розуму. При цьому дуже корисні поради, зауваження, зроблені по доповіді.

Відкрита система - система, доступна для проникнення в неї потоків речовин, енергії, інформації.

Візуалізація – відтворення (побудова) геозображень та іншої

графіки на пристроях відображення (переважно на екрані дисплея) на основі вихідних цифрових даних, правил та алгоритмів їхнього перетворення.

Вибіркова сукупність (вибірка) – частина всієї досліджуваної (генеральної) сукупності, що виступає як безпосередній об'єкт вивчення за розробленою методикою чи програмою добору. Група, що входить у вибірку, складає експериментальну базу дослідження.

Висновки – стислий узагальнений виклад найважливіших, з погляду автора, результатів, отриманих у ході дослідження.

Висновок наукової праці – частина наукової праці, у якій показується, з яких основних передумов і яких допоміжних результатів випливає основний результат. Містить також перелік найбільш цікавих і важливих висновків, що впливають з результатів і загального змісту роботи. У висновку не слід приводити результати, що не були обґрунтовані в змісті роботи, чи висновки, що не впливають з цього змісту, не треба вдаватися в докладні роз'яснення й обґрунтування будь-яких положень. Висновок повинний бути коротким.

Властивість – те, що притаманно предметам і відрізняє їх від інших або робить їх схожими з іншими предметами. Властивості виявляються (але не з'являються) у процесі взаємодії предметів. Властивості поділяються на істотні, без яких предмет існувати не може, і несуттєві. У практиці розрізняють також властивості загальні і специфічні, необхідні і випадкові, внутрішні і зовнішні, сумісні і несумісні і т.п.

"Всесвітня стратегія охорони природи" – документ, розроблений Міжнародним союзом охорони природи і природних ресурсів при підтримці Програми ООН з навколишнього середовища та сприянні Всесвітнього фонду охорони дикої природи, і спрямований на краще використання людством біосфери та екосистем.

Вторинна інформація – це результат аналітико-синтетичної переробки первинної інформації.

Вторинна обробка даних – етап дослідження, який припускає

використання операцій порівняння, узагальнення та ін. для виявлення подібності, розходження, визначення типового, однорідного, одиничного, а також побудова висновків і оцінка можливості їхнього поширення.

Вторинний аналіз – метод дослідження, спрямований на аналіз вже існуючих даних відповідно до нових завдань. Використовуються традиційні джерела агрегування даних – звіти, наукові публікації тощо.

Г

Генеральна сукупність – безліч, загальна кількість об'єктів, досліджуваних у конкретних просторово-тимчасових межах, окреслених програмою вивчення.

Генетичний аналіз – аналіз об'єкта за допомогою генетичного методу – способу дослідження явищ і процесів, що включає у себе аналіз їх походження, становлення, розвитку. Припускає зведення різноманіття явищ до фундаментальних, вихідних елементів, виведення нового стану явища на основі аналізу за допомогою генетичного методу.

Геофізика – наука, що вивчає фізичні властивості Землі та геосфер, а також фізичні явища і процеси, що в них відбуваються.

Геохімія – наука, що вивчає хім. склад елементів та закони їх перерозподілу в земній корі.

Гігроскопічність – властивість речовини вбирати з повітря водяну пару.

Гідрогеологія – наука про: походження, умови залягання, рух, режим, фіз. і хім. властивості підземних вод, їх взаємозв'язок з твердими матеріалами; умови виходу на земну поверхню; господарське значення.

Гідросфера – переривчаста водна оболонка Землі, що складається з океанів, морів, континентальних водойм та льодовикових покривів і вкриває 71% земної поверхні.

Гіпотеза – наукове припущення, висунуте для пояснення будь-яких явищ (процесів) або причин, які зумовлюють даний наслідок.

Гіпотеза є складовою теорії, як вихідний момент пошуку істини, яка допомагає економити час, цілеспрямовано збирати і згрупувати факти. Гіпотеза (як і ідея) має ймовірний характер і проходить у своєму розвитку три стадії: накопичення фактичного матеріалу і висунення на його основі припущень; формування гіпотези і обґрунтування на основі припущення прийнятної теорії; перевірка отриманих результатів на практиці і на її основі уточнення гіпотези.

Гіпотеза — це припущення про причину, яка викликає такий наслідок. Якщо гіпотеза співвідноситься з фактами, які спостерігаються, то в науці її називають *теорією* або законом. У процесі пізнання кожна гіпотеза перевіряється практикою, в результаті чого встановлюється, що наслідки, які випливають з гіпотези, дійсно співпадають з явищами, за якими ведуться спостереження, і ця гіпотеза не заперечує інші гіпотези, які вже є доведеними. За накопиченням нових фактів одна гіпотеза може бути замінена іншою тільки в тому випадку, коли ці факти не можна пояснити старою гіпотезою або вони їй суперечать. При цьому стару гіпотезу цілком не відкидають, а тільки виправляють і уточнюють. Після виправлення і уточнення гіпотеза стає законом.

Гіпотетичний метод пізнання передбачає розробку наукової гіпотези, наукового передбачення, які мають елементи новизни і оригінальності на базі всіх основних методів. У прикладних науках цей метод є основним. Його методологія включає наступне: вивчення фізичної, екологічної і інших сторін суті явища, яке досліджується за допомогою методів моделювання, аналізу, синтезу тощо.

Гістограма — один із засобів графічного представлення кількісних даних. Стовпчики гістограми примикають один до іншого і відповідають кількісним характеристикам кожного класу даних.

Глобальна мережа Internet — це всесвітнє об'єднання регіональних і корпоративних мереж, що створюють єдиний інформаційний простір завдяки використанню стандартних протоколів передачі інформації.

Глосарій — тлумачний словник термінів чи виразів до якогонебудь тексту.

Гранулометричний аналіз ґрунтів – (син.: механічний аналіз ґрунтів) - система прийомів, що дозволяє досягти, по можливості, повного розділення всіх ґрунтових агрегатів на елементарні ґрунтові частки та визначити вміст їх у г.

Гранулометричний склад ґрунтів – (син.: механічний склад ґрунтів) - процентний вміст у г. часток різного розміру, поєднаних у гранулометричні фракції.

Ґрунт – верхній шар земної кори, що утворився протягом тривалого часу внаслідок взаємодії гірської породи, клімату, рослинності й тваринних організмів. Характеризується родючістю. Великий вплив на формування або руйнування г. має людина. Розрізняють такі типи г.: тундрові, підзолисті, чорноземні, сіроземні, каштанові, червоноземні. Між ґрунтом і землею відбувається обмін газами, розчинами і тепловою енергією.

Д

Дані в статистиці – основні елементи, що підлягають аналізу. Даними можуть бути кількісні результати, властивості, які притаманні визначеним членам популяції, будь-яка інформація, що може бути класифікована чи розбита на категорії з метою подальшої обробки. Виділяють три типи даних: кількісні, порядкові, якісні.

Дані дистанційного зондування Землі – дані, отримані методами реєстрації випромінювання від поверхні Землі (відбитого чи випромінюваного) за допомогою електронно-оптичних систем, установлених на космічних супутниках або літаках.

Деградація ґрунтів – поступове погіршення властивостей ґрунтів (зменшення вмісту гумусу, порушення структури, зниження родючості та ін.), викликане головним чином антропогенними факторами (ерозія, вторинне засолення, забруднення пестицидами, неправильна агротехніка та ін.).

Дедукція – вид умовиводу і метод пізнання; перехід від загальних суджень до частки, від деяких пропозицій-посилок до їх наслідків; застосування встановленого загального положення до частки.

Детермінанта – визначник; те, що обумовлює що-небудь.

Детермінізм – вчення про всезагальний об'єктивний закономірний взаємозв'язок і причинну зумовленість явищ соціоприродного середовища.

Детермінованість – суворя послідовність використання методу. Іншими словами – максимальна його алгоритмізація.

Діаграма – креслення, що наочно показує співвідношення між різними величинами, що зображуються у вигляді лінійних відрізків чи геометричних фігур. Один із засобів графічного представлення кількісних даних.

Діаграми алгоритмів – спосіб наочного представлення аналітичного рішення завдання, поділу процесу на самостійні і легко перетворювані частини для забезпечення роботи з алгоритмами. Операція, що виконується на кожному кроці алгоритму, відображається діаграмним символом, у середині якого дається словесний чи символічний запис.

Дипломна робота – самостійна письмова кваліфікаційна робота, що представляється студентом при закінченні університетів і інших навчальних закладів. Виконується студентом на останньому році навчання і служить однією з форм перевірки його підготовленості до самостійної роботи за спеціальністю. Керівництво дипломною роботою здійснює кафедра навчального закладу, захист відбувається перед спеціальною комісією чи на засіданні кафедри.

Дисертація – кваліфікаційна наукова робота в певній галузі науки, яка має внутрішню єдність, актуальність наукових результатів, наукових положень, що висувається автором для публічного захисту. Дисертації не публікуються, але ведеться їх суворя бібліографічна реєстрація.

Дискусія – обговорення будь-якого проблемного питання на зборах, у публікаціях, бесіді; суперечка. Різні точки зору, висловлювані під час дискусії, сприяють активному мисленню, змушують ретельно продумувати й обґрунтовувати власну точку зору. Більше того, між різними думками і чинниками встановлюється низка зв'язків, що без дискусії могли б виявитися упущеними.

Дисперсія – один з показників розкиду даних у статистиці; міра відхилення від середнього.

Дистанційне зондування Землі – різного роду зйомки з літальних апаратів – атмосферних і космічних, у результаті яких отримують зображення земної поверхні в якомусь діапазоні (діапазонах) електромагнітного спектра - дані дистанційного зондування Землі; одне із основних інформаційних джерел для ГІС.

Довідник – це літературна робота виробничо-довідкового характеру з певних проблем, де визначаються найбільш важливі поняття, нормативи, моделі, форми інструкції тощо.

Догматизм – думка, філософське вчення чи спосіб мислення, за яким певне вчення або положення вважають істиною, не враховуючи конкретних умов життя.

Додатки до наукової праці – частина наукової праці, що містить додатковий матеріал, що не є істотним для розуміння проблеми, однак корисний з практичної точки зору, що розкриває технологію дослідження.

Дослідження – вивчення за допомогою певних методів суті явищ, процесів з метою виявлення закономірностей їх виникнення, розвитку і зміни та перетворення їх в інтересах суспільства. Усяке справжнє дослідження є єдністю накопиченого попереднього досвіду, наявних знань, застосування відповідних інструментів, знарядь і методів, засобів підходу до досліджуваного об'єкту. Підсумком дослідження повинне бути одержання нових наукових знань – об'єктивної істини, тобто відповідності знову сформульованого знання дійсному стану об'єкта, а також намічених програмою дослідження практичних результатів.

Е

Евристичні методи – у вузькому розумінні – це способи навчання, а у широкому – неформальні методи, які дають змогу досліджувати творчу діяльність, відкривати нове у судженнях, ідеях, способах дії.

Екологічна ніша – фізичний простір з властивими йому

екологічними умовами, що визначають існування будь-якого організму; місце виду в природі, яке включає не лише положення його в просторі, а й функціональну роль у біоценозі та ставлення до біотичних факторів середовища існування.

Економічність – здатність методу досягати певних результатів із найменшими витратами засобів і часу.

Екосистема – біологічна система, що являє собою функціональну єдність угруповання організмів і навколишнього середовища.

Експеримент – це система операцій, впливу або спостережень, спрямованих на одержання інформації про об'єкт при дослідницьких випробуваннях, які можуть проводитись у природних і штучних умовах при зміні характеру проходження процесу. Експеримент — це спосіб дослідження явищ, процесів шляхом організації спеціальних дослідів, які забезпечують вивчення впливу окремих чинників за умови постійності інших умов або моделювання явищ і процесів на практиці. Експеримент має бути проведений за можливістю в короткі терміни з мінімальними затратами і з високою якістю отриманих результатів

Експерт – фахівець у визначеній галузі знань, компетентний у певній сфері діяльності. На основі свого знання і досвіду має мотивований висновок з тієї чи іншої проблеми.

Експертна оцінка – експертне судження, виражене у кількісній чи якісній формі. Можливі індивідуальні, групові і колективні експертні оцінки.

Екстраполяція – процедура перенесення властивостей, відносин і закономірностей з однієї предметної області на іншу; метод наукового дослідження, що полягає в поширенні висновків, отриманих при вивченні одного предмета, на інший предмет на підставі наявності загальних оцінок.

Етап польового дослідження – збирання первинної інформації про досліджуваний об'єкт; під останньою розуміють неугальнені відомості (наприклад відповіді на питання анкети, інтерв'ю, дані документів і спостереження тощо), які потребують подальшої

обробки й аналітичного аналізу.

Ефективність розумової праці залежить від таких чинників: інтелектуальних здібностей, особливостей сили волі, стану здоров'я науковця; стану зовнішнього середовища, організації робочого місця, режиму роботи й відпочинку; розумового навантаження.

3

Завдання дослідження – це сукупність конкретних цільових установок, які спрямовані на аналіз і вирішення проблеми. Вони розкривають зміст предмета дослідження, визначають засоби досягнення поставленої мети і мають узгоджуватися з гіпотезами. Завдання дослідження можуть бути основними і неосновними. Основні зумовлені метою дослідження і визначають пошук відповіді на його центральне питання: які шляхи й засоби вирішення даної проблеми? Однак може виникнути ситуація, коли висування додаткових гіпотез вимагає вирішення й інших питань.

Загальнонаукові методи – це такі засоби і прийоми (чи їх сукупність), які з тими чи іншими модифікаціями використовуються в усіх чи майже в усіх науках з урахуванням особливостей конкретних об'єктів дослідження. Наприклад, сюди належить метод моделювання чи такі логічні засоби, як аналіз і синтез, індукція і дедукція.

Закон виражає певний внутрішній суттєвий зв'язок явищ, процесів і особливостей матеріальних об'єктів. Наукові закони відображають стійкі, повторювані об'єктивні внутрішні зв'язки в природі, суспільстві і мисленні. Як правило, закони виражаються в формі певного співвідношення понять і категорій.

Залежна змінна – величина, зміни якої залежать від впливу незалежної змінної.

Збірник наукових праць – науковий збірник, що містить дослідницькі матеріали наукових установ, навчальних закладів з найважливіших наукових і науково-технічних проблем.

Земна кора (літосфера) – тверда зовнішня оболонка земної кулі, яка складається з кори вивітрювання, осад, зони з включенням метаморфічної породи, гранітної та базальтової зон. Вік найдавніших

гірської породи 3-3,5 млрд. років.

Знання – перевірений практикою результат пізнання дійсності, адекватне її відображення у свідомості людини; ідеальне відтворення в мовній формі узагальнених уявлень про закономірні зв'язки об'єктивної реальності світу.

I

Ідеалізація – це уявне створення об'єктів і умов, які не існують в дійсності і не можуть бути практично створені. Вона дає можливість реальним об'єктам уявно надати гіпотетичних нереальних ознак, що дозволяє вирішити завдання в закінченому вигляді. Наприклад, у різних галузях знань широко застосовують поняття абсолютно чорного, абсолютно білого тіла, ідеальної рідини. Ідеалізація досягається багатоступеневим абстрагуванням і правомірна тільки в певних межах. Ідеалізація є пізнавальним прийомом, у процесі якого дослідник в думках конструє так званий ідеальний об'єкт, якого немає в дійсності. При створенні ідеального об'єкта спираються на реально існуючий прообраз. Разом з тим, ідеальному об'єкту надаються такі ознаки і властивості, які в принципі не можуть належати його реальному прообразу. З ідеалізацією тісно пов'язана абстракція.

Ідея – форма відображення зовнішнього світу, що охоплює мету й перспективи його пізнання і практичного перетворення.

Індивідуальна (первинна) інформація – інформація про ознаки окремих об'єктів, що є одиницями досліджуваної сукупності. Ця інформація індивідуальна на відміну від сукупної (вторинної) інформації, оскільки відноситься до окремих одиниць сукупності. Цей вид інформації збирається на етапі безпосереднього проведення дослідження.

Індукція – вид умовиводу і метод дослідження. В індуктивному міркуванні йдуть від часток, одиничних суджень, фактів, положень до загальних висновків. Це форма руху пізнання від емпіричного до теоретичного рівня. Індуктивний висновок завжди має не достовірний, а лише ймовірний чи правдоподібний характер. У

реальному пізнанні індукція завжди виступає в єдності з дедукцією.

Інструментарій дослідження – сукупність методичних і технічних прийомів і операцій, що виступають у формі різноманітних документів і спрямована на одержання з їх допомогою інформації.

Інтерв'ю – безпосередньо цілеспрямована, проведена за задалегідь підготовленим планом бесіда інтерв'юера з респондентом. Однак на відміну від бесіди, що носить характер взаємного обміну інформацією, в інтерв'ю один запитує іншого, утримуючись від власних висловлювань з порушеного питання. Як правило, використовується, по-перше, на ранній стадії дослідження для уточнення проблеми і складання програми, по-друге, при опитуванні експертів, спеціалістів, які глибоко розуміються на тому чи іншому питанні. Проведення інтерв'ю вимагає певної підготовки, не кожна людина може бути інтерв'юером.

Інтерполяція – обчислення проміжних значень будь-якої змінної за деяких відомих її значень.

Інтерпретація – тлумачення, роз'яснення змісту явища чи тексту знакової структури, що сприяє їх розумінню. Мета інтерпретації – виявлення і фіксування комплексу характеристик обробленого матеріалу, на основі якого відкривається можливість знаходження і пояснення основних тенденцій і підходів щодо формулювання висновків.

К

Картографічний метод – метод складання картографічних моделей (окремих карт, їх серій, атласів) з метою отримання нового знання шляхом їх аналізу і перетворення. Це один із найважливіших міждисциплінарних методів, що широко використовується в екології, економічній географії, регіональній економіці, у розміщенні продуктивних сил. Початковим етапом методу є складання картографічних моделей — карт. Карта — це, передусім, носій просторової інформації (вона має інформаційну місткість), її зберігач і передавач (канал).

Картометричні операції – вимірювання за картами та за

іншими геозображеннями з використанням програмних засобів.

Категоризація – класифікація об'єктів за категоріями.

Категорія – широке поняття, у якому відображені найбільш значальні та істотні властивості, ознаки, зв'язки і відносини предметів, явищ об'єктивного світу. Розглядається і як ієрархічний ряд понять різної складності, об'єднаних єдністю змісту.

Класифікація – розподіл предметів будь-якого роду на взаємозалежні класи (відділи, розряди) відповідно до найбільш істотних ознак, властивих предметам даного роду, і що відрізняють їх від інших предметів, при цьому кожен клас займає в системі визначене постійне місце і, у свою чергу, поділяється на підкласи.

Кластер – група або сукупність елементів, що характеризуються спільними ознаками.

Ключове слово – слово чи словосполучення, найбільш повно і специфічно характеризує зміст наукового документу (тексту) чи його частини.

Книга – це досить об'ємне неперіодичне видання, в якому сконцентровані нагромаджені людством знання і досвід з певної галузі науки.

Коефіцієнт варіації – відсоткове відношення середнього квадратичного відхилення до середньої арифметичної.

Колоквіум – форма колективних зустрічей, де, як правило, обмінюються думками вчені різних напрямів. Усі присутні є учасниками невимушеної дискусії. На колоквіумах офіційні доповідачі не призначаються.

Комплексні методики використовуються для збирання інформації в процесі дослідження, які взаємодоповнюють одна одну, тому важлива роль у такому дослідженні належить процедурі інтерпретації інформаційного масиву.

Композиція – це послідовне розміщення основних частин роботи, що дозволяє зробити правильну рубрикацію наукового документа.

Конкретно-екологічне дослідження – система логічно послідовних методологічних, методичних і організаційно-технічних

процедур, спрямованих на вивчення, аналіз і систематизацію наукових фактів, виявлення зв'язків і залежностей між явищами у довкіллі та процесами з метою прийняття на основі зібраної інформації рішень, розробки заходів щодо управління досліджуваним об'єктом, його розвитку.

Конкретно-наукові методи – методи, що застосовуються в окремих науках або у кількох близьких між собою наукових дисциплінах. Вони поділяються на дві групи: міжпредметні і спеціальні. Використовуються в окремих науках чи в генетично пов'язаних або об'єднаних спільністю об'єктів дослідження групах.

Конспект – короткий письмовий виклад змісту книги, статті, лекції тощо.

Контент-аналіз – формалізований метод аналізу змісту документів за допомогою математичних засобів. Містить у собі кілька послідовних дій: виділення одиниць аналізу, пошук їхніх індикаторів у тексті, підрахунок і статистичну обробку частоти вживання визначеного поняття.

Конференція – найпоширеніша форма обміну інформацією. Одна частина учасників (доповідачі) повідомляє про нові наукові ідеї, результати теоретичних і експериментальних робіт, про виробничий досвід, відповідає на запитання. Інша, більша частина, — слухачі, що сприймають інформацію, Слухачі можуть задавати запитання і брати участь в обговореннях.

Концепція – основоположна ідея теорії, загальний її задум, викладений в конструктивній, прийнятній для практики формі. Теорія, переведена в алгоритм вирішення конкретної проблеми.

Кореляція – зв'язок між двома змінними. Цей зв'язок може бути повним, неповним і нульовим. Кореляція може бути позитивною, коли обидві змінні змінюються в одному напрямку, чи негативною, якщо ці зміни протилежні.

Курсова робота – робота студента, виконана як підсумок навчання на певному курсі. Сприяє розвитку ініціативи і самостійності, передбачає систематизацію, закріплення та розширення теоретичних знань студента, оволодіння навичками

самостійної, теоретичної, експериментальної роботи, роботи з комп'ютерною технікою, користування літературними джерелами тощо.

Л

Лабораторний експеримент – різновид експерименту, який здійснюється у спеціально обладнаному приміщенні за допомогою приладів та інших засобів дослідження, що забезпечують строго контрольовані умови для цілеспрямованого вивчення і, якщо буде потрібно, відтворення об'єкта пізнання. У силу вузької спрямованості цей вид експерименту не може бути використаний для вивчення комплексних процесів, характерних для більшості явищ.

Локалізація – віднесення будь-якого об'єкту до певного місця; обмежене поширення якого-небудь географічного явища, процесу межами певної території або акваторії.

М

Магістр – у Стародавньому Римі – титул деяких службовців, в Західній Європі – голова середньовічного духовно-лицарського ордену а також викладач гуманітарних наук, в дореволюційній Росії, Англії і США – вчений ступінь, який отримала особа, що по закінченні університетського курсу складала усний іспит у відповідній галузі знань та публічно захищала ухвалену факультетом дисертацію. В особливих випадках факультет міг допустити до іспиту на ступінь магістра особу, яка подала докторський диплом іноземного університету. Особа, яка витримала магістерський іспит, але не захистила дисертацію, називалась магістрантом. За особливі здобутки магістерської дисертації факультет міг клопотати про присвоєння звання доктора, а також призначати екстраординарними професорами університетів, яким вручали такі ж академічні знаки, як і докторам, тільки не золоті, а срібні.

Магістерська дипломна робота – затверджене ректором самостійне дослідження, виконане студентом на завершальному етапі

навчання в університеті. Є кваліфікаційним документом, на підставі якого Державна екзаменаційна комісія визначає рівень теоретичної підготовки випускника, його готовність до самостійної роботи за фахом, приймає рішення про присвоєння кваліфікації.

Медіана – значення досліджуваної ознаки певної сукупності, яке знаходиться всередині варіаційного ряду - зростаючого або такого, що зменшується.

Мета наукового дослідження – визначення конкретного об'єкта і всебічне, достовірне вивчення його структури, характеристик, зв'язків на основі наукових принципів і методів пізнання, впровадження у виробництво корисних результатів.

Метод – це спосіб досягнення мети в теорії, практичному освоєнні дійсності, що розробляється. Метод є об'єктивним, оскільки дозволяє відображати дійсність і її взаємозв'язки, одночасно метод є суб'єктивним, тому що використовується певною людиною з її суб'єктивними властивостями.

Методика – сукупність конкретних прийомів, засобів, процедур, що дозволяють застосовувати той чи інший метод до даної специфічної предметної сфери. Якщо ця сукупність суворо послідовна від початку дослідження і до отримання результатів, то вона називається алгоритмом.

Методичні розробки – праця інструктивно-виробничого характеру, в якій викладені рекомендації з питань проведення певних видів робіт, спрямованих на удосконалення організації, управління процесами тощо.

Методологія – це вчення про систему наукових принципів і способів дослідницької діяльності. Вона включає фундаментальні, загальнонаукові принципи, що є її основою, конкретно наукові принципи, що лежать в основі теорії тієї чи іншої дисципліни або наукової галузі, і систему конкретних методів і технік, що застосовуються для вирішення спеціальних дослідницьких завдань. Головна мета методології науки – вивчення і аналіз методів, засобів, прийомів, за допомогою яких отримують нові знання в науці як на емпіричному, так і теоретичному рівнях пізнання.

Методологія — це наука про структуру, логічну організацію, засоби і методи діяльності взагалі. Зазвичай під методологією розуміють перш за все методологію наукового пізнання, яка являє собою сукупність теоретичних положень про принципи побудови, форми і способи науково-пізнавальної діяльності. Методологію можна розглядати і як певну систему основоположних ідей.

Методологія — це сукупність правил визначення понять, виведення одних знань з інших, методів, прийомів, операцій наукового дослідження у всіх галузях науки і на всіх етапах дослідження. Нині *методологія виступає як окрема наукова дисципліна*, яка вивчає технологію проведення наукових досліджень, опис і аналіз етапів досліджень і низку інших проблем.

Мислення — це опосередковане і узагальнене відображення в мозку людини суттєвих властивостей, причинних і закономірних зв'язків між об'єктами і явищами.

Міжпредметні методи – методи, які можуть використовуватись у кількох пов'язаних генетично чи об'єднаних спільністю об'єкта дослідження науках. Наприклад, в економічній науці і економічній географії – балансовий метод, у географії, економіці, екології, геології і біології таким є метод польових досліджень чи картографічний.

Моделювання – це теоретичний метод дослідження об'єктів, явищ і процесів не безпосередньо, а за допомогою їх заміників — моделей. У процесі моделювання експеримент у природі замінюється експериментом на моделі. За допомогою моделювання описуються структура об'єкту (статична модель), процес його функціонування і розвитку (динамічна модель).

Моніторинг – комплекс наукових, технічних, технологічних, організаційних та інших заходів, що забезпечують систематичний контроль за станом і тенденціями розвитку природних і техногенних процесів. Включає реєстрацію метеорологічних та інших природних явищ, видів забруднень і їх джерел, контроль за дотриманням санітарно-гігієнічних норм, підготовку і здійснення короткострокових і довгострокових технічних, екологічних та інших заходів.

Монографія – надрукована наукова робота теоретичного

характеру, в якій всебічно висвітлена певна проблема або окреме вузлове питання. У монографії використовуються оригінальні результати власних досліджень і літературних джерел. Монографія, як правило, висвітлює обширні наукові знання з даного питання. Робота розрахована на наукових працівників, керівників, спеціалістів, які працюють над даною проблемою. Тип викладу тексту пояснювальний з використанням дедуктивних (рух думки від загального положення до конкретних фактів), індуктивних (рух думки від конкретних фактів до загального висновку) або змішаних способів. Монографія до друку оформлюється за проспектом, затвердженим видавництвом.

Н

Надійність – здатність методу з великою ймовірністю забезпечувати отримання бажаного результату.

Наука – сфера безперервного розвитку людської діяльності, основною ознакою і головною функцією якої є відкриття, вивчення й теоретична систематизація об'єктивних законів про об'єктивну дійсність з метою їх практичного застосування. Поняття «наука» включає в себе як діяльність, спрямовану на здобуття нових знань, так і результат цієї діяльності — суму здобутих знань, що є основою наукового розуміння світу. Термін «наука» застосовується для назви окремих галузей наукового знання. Наука — це динамічний розвиток системи знань про об'єктивні закони природи, суспільства і мислення, отриманих і перетворених у безпосередню продуктивну силу суспільства в результаті спеціальної діяльності людей.

Наукова доповідь – літературно оформлена робота, яка ґрунтується на оригінальному матеріалі. Як правило, доповідь робиться в усній формі в такій послідовності: коротка оглядова частина та визначення завдання дослідження; метод вирішення або нове положення, яке пропонує доповідач, основні результати їх пояснення і висновки. Обсяг доповіді до 0,75 друкованого аркуша.

Наукова ідея – інтуїтивне пояснення явищ без проміжної аргументації, без осмислення всієї сукупності зв'язків, на основі яких робляться висновки. Вона ґрунтується на вже існуючих знаннях, але

виявляє непомічені закономірності. Наука виділяє два види ідей: конструктивні і деструктивні, тобто ті, що мають чи не мають значущості для науки і практики. Свою матеріалізацію ідея знаходить у гіпотезі.

Наукова концепція – система поглядів, теоретичних положень, основних тверджень щодо об'єкта дослідження, які об'єднані певною ідеєю. Наукова проблема — це стан «знання про незнання» якісних і кількісних змін, тенденцій розвитку певного процесу, за допомогою якого можна здобути відсутні знання.

Наукове дослідження – не довільна процедура, а серія логічно послідовних операцій органічно пов'язаних між собою єдиною метою, необхідністю отримання максимально вірогідних і надійних даних про досліджуване явище чи процес. Наукове дослідження – цілеспрямоване пізнання, результатом якого виступають система понять, законів і теорій.

Науковий звіт – підсумковий документ, в якому викладено фактично виконані дослідження. Він починається з анотації, включає мету дослідження, опис методичних особливостей, результати їх обговорення і висновки. У звіті приводиться список публікацій, перелік наукових доповідей з теми звіту.

Науковий колектив – група талановитих, висококваліфікованих людей, організаційно об'єднаних єдиною метою і діями. Важливим умовами ефективної роботи наукового колективу є: згуртованість, сумісність співробітників, які в нього входять; психологічний клімат, колективна думка й колективізм у роботі; традиції і творчий потенціал.

Науковий напрям – сфера наукових досліджень наукового колективу, спрямованих на вирішення значних завдань у певній галузі науки.

Наукове пізнання – дослідження, яке характерне своїми особливими цілями, завданнями, методами отримання і перевірки нових знань з метою оволодіння силами природи, пізнання законів розвитку суспільства, впливу на хід історичних подій.

Науковий результат – нове знання, одержане в процесі фундаментальних або прикладних наукових досліджень та зафіксоване на носіях наукової інформації. Кожне наукове дослідження має об'єкт і предмет.

Науковий факт – складова наукового знання, що відображає об'єктивні властивості речей та процесів, на основі яких визначають закономірності явища, вибудовують теорію, формують закони.

Науково-дослідна робота – чітко організований комплекс дій, спрямований на отримання нових знань, що розкривають суть процесів і явищ у природі, суспільстві з метою їх використання на практиці. Наукова діяльність, як будь-яка інша, вимагає певної організації праці, ефективність її залежить як від моральних та інтелектуальних якостей працівників, так і від умов праці, матеріально-технічного забезпечення й обслуговування.

Науково-технічна інформація – сукупність повних, точних відомостей про розвиток природи, суспільства і людини, зафіксованих у науковому документі.

Новизна – критерій якості інформації (результатів наукових досліджень). Відображає суспільно значимі нові знання, факти, дані, отримані в результаті дослідження чи практичної діяльності. Критерій новизни вказує на змістовну сторону результату, ступінь його оригінальності.

Номенклатура – система загальноприйнятих найменувань об'єктів, явищ і процесів.

О

Об'єкт дослідження – будь-який аспект, рівень чи зріз дійсності, явища або процесу, що явно чи опосередковано містить протиріччя і породжує проблемну ситуацію, на яку спрямований процес пізнання, характеризується кількісно, структурно, а також з точки зору просторової і часової обмеженості.

Обробка інформації – процес перетворення інформації без зміни її якості. Види обробки інформації: реєстрація, класифікація, систематизація, статистична обробка даних.

Огляд – науковий документ, що містить систематизовані наукові дані з будь-якої теми, отримані під час аналізу першоджерел. Знайомить із сучасним станом наукової проблеми і перспективами її розвитку. В залежності від характеру інформації розрізняють аналітичний, бібліографічний і реферативний огляди.

Описове дослідження (або інформаційне) – отримання емпіричної інформації, здатної дати відносно цілісне уявлення про досліджуване явище, його структурні компоненти, за допомогою яких можна було б перевірити висунуту гіпотезу, а в разі її підтвердження – зробити повний кількісний і якісний опис об'єкта. Інформацію збирають за описовим планом на підставі вибіркового чи монографічного обстеження, анкетування, групування, кореляційного аналізу.

Опитування – метод отримання первинної соціологічної інформації, що ґрунтується на письмовому або усному зверненні до певної спільності людей - респондентів із запитаннями, зміст яких є проблемою дослідження на рівні емпіричних індикаторів і який передбачає реєстрацію та статистичну обробку отриманих відповідей, а також їх теоретичну інтерпретацію. За формами та умовами спілкування і отримання інформації від респондентів розрізняють два типи опитування – анкетування та інтерв'ю, кожний з яких зустрічається у багатьох різновидах.

Опонент – особа, що виступає з критикою доповіді, дисертації і т.п. Як опонент на захисті дипломної роботи звичайно виступає рецензент.

Організація праці науково-дослідної роботи – система заходів, спрямованих на удосконалення методів і умов інтелектуальної праці, збереження здоров'я працівників на основі досягнень науки і техніки.

Оцінка – вид судження про визначений феномен; буває кількісною і якісною.

П

Параграф – частина тексту всередині глави, розділ книги, статті, що має самостійне значення, звичайно позначується знаком § з

порядковим номером.

Парадигма – модель постановки проблем, прийнята як зразок для вирішення дослідницьких завдань; панівний спосіб наукового мислення, який проявляється в деякій закінченості і відносній узгодженості поглядів на явища і речі, що належать до компетенції якого-небудь підрозділу науки.

Парадокс – два протилежні твердження суджень, кожне з яких є переконливим доказом.

Патентна документація – сукупність документів про відкриття, винаходи, а також відомості про охорону прав винахідників. Патентна документація характеризується високим рівнем достовірності, оскільки ця документація підлягає експертизі на предмет новизни і корисності. Така кількість наукових документів пояснюється характером знань і різноплановою діяльністю людей.

Первинна інформація – вихідні дані, які є результатом конкретних експериментальних досліджень, вивчення практичного досвіду.

Підведення підсумків дослідження – формулювання висновків і наукового обґрунтування рекомендацій, розробка прогнозів і проектів змін.

Підготовчий етап дослідження включає: вивчення проблеми, розробку і затвердження програми дослідження, складання робочого плану, який має оперативний характер. У плані намічаються основні етапи дослідження, методи збору інформації, види звітності, розраховуються очікувані результати, терміни виконання цих робіт, підготовка інструментарію, розробка макетів, таблиць, бланків, анкет, інструкцій.

План – система взаємопов'язаних завдань, що визначають строки, порядок і послідовність виконання програм, окремих робіт, операцій; порядок, послідовність викладу матеріалу.

Поняття – це думка, виражена в узагальненій формі, яка визначає суттєві і необхідні ознаки предметів та явищ і їх взаємозв'язки. Якщо поняття увійшло до наукового обігу, його позначають одним словом або використовують сукупність слів –

термінів. Сукупність основних понять називають понятійним апаратом науки. Сукупність всіх елементів науки знаходиться в тісному паралельному й (або) ієрархічному взаємозв'язку і створює чітко виражену систему об'єктивних знань про реальний світ - науку.

Порівняння – метод пізнання дійсності, покликаний встановити спільні й відмінні параметри між процесами, явищами, об'єктами.

Пояснення – з'ясування особливостей ситуації, розкриття мотивів, причин певних процесів, явищ, подій.

Практична значимість дослідження – методологічна характеристика дослідження; відображає уявлення про те, як і для яких практичних цілей можна застосувати результати саме цієї роботи. Визнаючи значення проведеного дослідження для практики, учений відповідає на запитання: які конкретні недоліки практичної діяльності можна виправляти за допомогою отриманих у дослідженні результатів?

Предмет дослідження – властивості та сторони об'єкта, які найбільш рельєфно відображають приховані в ньому протиріччя, ту проблему, яка досліджується. У предметі відображається взаємозв'язок проблеми і об'єкта дослідження.

Предмет науки – пов'язані між собою форми руху матерії або особливості відображення їх у свідомості.

Прикладні наукові дослідження – наукова і науково-технічна діяльність, спрямована на здобуття та використання знань для практичних цілей. Наукові дослідження здійснюються з метою одержання наукового результату.

Принцип – вихідний пункт теорії; те, що становить основу певної сукупності знань.

Проблемна ситуація – це реально існуючі в екологічній сфері протиріччя, способи, алгоритми, розв'язання яких у даний момент невідомі, незрозумілі. Вирішити проблему — означає отримати нові знання чи створити теоретичну модель, що пояснює те чи інше явище, виявити чинники, які дозволяють впливати на розвиток процесів у бажаному напрямі.

Прогнозування – сукупність засобів і прийомів мислення, що

дають змогу на основі аналізу ретроспективних, екзогенних (зовнішніх) та ендегенних (внутрішніх) даних, а також їх змін у певному періоді часу вивести судження певної достовірності стосовно майбутнього розвитку об'єкта.

Програма дослідження – документ, який регламентує всі етапи, стадії підготовки, організації та проведення конкретного дослідження. Вона виконує роль стрижневого кореня дослідження, зумовлюючи тим самим його змістовно-смыслову цінність, якість та надійність отриманої інформації.

Просторовий аналіз – сукупність методів аналізу просторових даних, до складу яких у ГІС звичайно вводять побудову буферів, аналіз географічного збігу і включення, зонування території з використанням полігонів Тиссена - Вороного і аналіз близькості.

Процедура – встановлений порядок дій при організації діяльності.

Р

Радіоактивність – властивість деяких хімічних елементів доволіно розпадатися у супроводі випромінювання особливих променів, які складаються із заряджених найдрібніших частинок або з короткохвильового електромагнітного випромінювання.

Радіоактивність природна ґрунту – здатність г. випромінювати радіоактивні частки, зумовлена присутністю в ньому радіоактивних елементів, що потрапили до г. з материнських порід, ґрунтових вод або з атмосфери. Визначається як основа при вивченні різних властивостей у г. за допомогою радіоактивних ізотопів і для контролю забруднення г. радіоактивними елементами.

Радіографія – метод визначення радіоактивності гірських порід або мінералів за їх впливом на фотоплівку.

Радіометр – прилад для визначення радіоактивності гірських порід.

Регресія – ймовірнісна залежність середнього значення певної величини від інших величин.

Результативність – здатність методу забезпечувати

досягнення певної мети (сюди входить і плідність методу).

Рекультивация земель – штучне відновлення родючості ґрунтів і рослинного покриву після техногенного порушення природи (відкритими гірськими виробками та ін.). Розрізняють два етапи Р.з.: технічну (формування укосів, знімання і нанесення родючого шару та ін.) і біологічну (відновлення родючості ґрунтів, створення лісових насаджень та ін.).

Релікт – рослини або тварини – представники минулих геол. періодів, що живуть у сучасну геол. епоху.

Рельєф – сукупність різноманітних за формою і походженням нерівностей земної поверхні, що утворюються під впливом ендогенних і екзогенних процесів.

Рентгеноспектральний аналіз – встановлення у досліджуваній речовині кількісного співвідношення хім. елементів, які містяться в ній у дуже малих кількостях.

Респондент – опитуваний, той що відповідає на питання анкети чи бере участь в інтерв'ю як об'єкт дослідження.

Реферат – короткий виклад змісту наукової праці, книги, що включає в себе основні фактичні зведення і висновки без перекручування сутності первинного документа. Текст реферату включає тему, предмет (об'єкт), характер і мету роботи, методи проведення роботи (для нових методів дається опис, а широковідомі тільки називаються), конкретні результати роботи (теоретичні, експериментальні, описові), при цьому перевагу надають новим і перевіреним фактам, результатам довготривалого дослідження, відкриттям, важливим для рішення практичних питань, висновкам (оцінкам, пропозиціям), прийнятим і відкинутим гіпотезам, які були описані в первинному документі, характеристики сфери застосування результатів. Середній обсяг реферату, залежно від первинних документів, повинен мати друкованих знаків: 500 - для заміток і коротких повідомлень; 1000 - для більшості статей, патентів; 2500 - для документів великого обсягу. Реферат - це коротка форма викладу змісту першоджерел з теми, яка вивчалася. Він має, як правило, науково-інформаційне призначення.

Рецензія – стаття, яка містить розбір і критичну оцінку опублікованої статті або монографії; відзив на наукову працю чи будь-який інший науковий або художній твір перед їх публікацією, захистом. Висвітлює зміст рецензованого документа і дає критичну оцінку як його окремим положенням, так і документу в цілому.

Ритмічність науково-дослідної роботи – забезпечення рівномірного проведення дослідів, що передбачає правильну організацію роботи всіх виконавців.

Розвідувальне дослідження (інколи його ще називають пілотажним або зондажним) – дослідження-проба методичного характеру, яке проводиться з метою отримання додаткової інформації про предмет та об'єкт дослідження, уточнення і коригування гіпотез, завдань та інструментарію. Крім того, за його допомогою визначається обсяг сукупності обстеження і з'ясовуються можливі труднощі, яких слід очікувати в ході дослідження. Різновидом пілотажного дослідження є експрес-опитування, яке використовується для з'ясування ставлення людей до актуальних подій і фактів суспільно-політичного життя, для визначення ефективності вжитих заходів, оцінки їх громадською думкою, складання прогнозів щодо розвитку вільних економічних зон.

Розумовий (уявний) експеримент – один з видів теоретичного моделювання. У ньому за допомогою уявного об'єкта дослідження розглядається в «чистому вигляді» незалежно від конкретної форми його взаємодії з навколишнім світом. Натепер набрав важливого значення в формуванні, розширенні і обґрунтуванні основних понять і принципів теоретичного характеру в природничих науках. Важливою перевагою уявного (розумового) експерименту перед реальним є те, що в уяві можна проводити такі уявні експерименти, проведення яких у дійсності неможливе.

Рубрикація – поділ наукового документа на окремі логічно підпорядковані частини (розділи, глави, параграфи), які найкраще відображають логіку побудови конкретного наукового дослідження. Кожна частина наукового документа має короткий, але інформативний заголовок, який відображає її зміст.

С

Самостійна робота - навчальна діяльність студента, спрямована на вивчення і оволодіння матеріалом навчального предмета без непосредньої участі викладача.

Седиментаційний аналіз ґрунту — найрозповсюдженіший вид гранулометричного аналізу ґ., ґрунтується на тому, що в спокійній воді залежність між розмірами часток, їх середньою питомою вагою та швидкістю падіння описується формулою Стокса. Піпеточний, декантаційний, аерометричний і деякі інші методи є різновидами цього аналізу.

Синтез — дослідження явища в цілому на основі об'єднання пов'язаних один з одним елементів в єдине ціле. Синтез дозволяє узагальнити поняття, закони і теорії.

Системно-структурний аналіз – метод, заснований на принципі системного підходу, що складається з декількох етапів: уточнення того, який науковий феномен береться для аналізу як ціле; виявлення можливо більшого числа елементів цілого; групування елементів у необхідне і достатнє число підструктур з узгодженням їх з наявними науковими теоріями; встановлення різних зв'язків і відносин між елементами, підструктурами і цілим.

Системний метод – сукупність загальнонаукових методологічних принципів і способів дослідження, в основі яких лежить орієнтація на розкриття цілісності об'єкта як системи.

Системний підхід – дослідницький підхід, який застосовують для аналізу об'єктів, що мають безліч взаємозалежних елементів, об'єднаних спільністю функцій і мети, єдністю управління і функціонування.

Спостереження - метод пізнання дійсності, який ґрунтується на безпосередньому сприйнятті процесів, явищ, об'єктів за допомогою органів чуття, без втручання в їх буття дослідника.

Соціальна інформація - відомості про людину, колектив і суспільство в цілому як об'єкт дослідження.

Соціальні проекти — соціально підготовлені, ретельно обґрунтовані конкретні пропозиції щодо впровадження в трудових

колективах якісно нових форм організації праці і виробництва.

Соціологія - наука про закони становлення, функціонування, розвитку суспільства в цілому, соціальних відносин і соціальних спільностей.

Спектральний аналіз – фізичний метод визначення якісного і кількісного стану чи специфіки хім. складу речовин на основі вивчення їх спектра. Розрізняють оптичний і рентгенівський С.а.

Спектрограф – прилад, що розкладає потік випромінювання чи поглинання в спектр за довжинами хвиль і фіксує його у вигляді спектрограми.

Спеціалізації — розподіл праці, створення секторів, відділів, груп. Спеціалізація може поглиблюватись за об'єктами дослідження.

Стандарти — нормативно-технічні документи, в яких встановлено комплекс норм, правил, вимог до об'єкта стандартизації і затверджені компетентними органами.

Статистика – галузь науки, що включає в себе методи опису, аналізу і математичної інтерпретації даних, що дозволяють робити визначені висновки щодо явищ, про які неможливо зібрати повну інформацію.

Стаття — основна форма обміну письмовою інформацією між спеціалістами, які працюють в одній або суміжних галузях науки. Статті є наукові, науково-технічні, науково-методичні і дискусійні з конкретних досліджень, а також оглядові. Як правило, в перших трьох видах статей публікуються результати закінчених розділів дослідження, проводиться їх обговорення та робляться основні висновки. В дискусійних статтях містяться спірні наукові положення. Вони публікуються з метою обговорення спірних питань у пресі. Оглядова стаття (аналітична, реферативна, тематична) містить систематизовані наукові відомості з будь-якого питання (теми, проблеми), отримані на основі аналізу першоджерел.

Структура ґрунту — форма та розмір структурних фракцій, на які природно розпадається ґ.

Сцієнтизм - абсолютизація ролі науки, зокрема домінування природничих наук у культурі, духовному житті суспільства.

Т

Таблиця – один із способів представлення даних. Перелік зведень, цифрових даних, згрупованих у вигляді декількох стовпців (граф), відокремлених лініями і самостійними заголовками.

Тези – це стислі, коротко сформульовані основні положення доповіді, повідомлення тощо. Вони включають виклад основних положень усієї наукової праці від початку до кінця, а не тільки власне дослідницької частини. Тези — це розгорнуті висновки із вступною частиною, що пояснює й обґрунтовує дану наукову працю. У тезах у короткій формі (одна-дві фрази) даються обґрунтування теми, характеристика історії питання, виклад методики дослідження і результати дослідження. Тези можуть бути короткими чи розгорнутими, вони завжди відрізняються від повного тексту доповіді тим, що в них відсутні деталі, пояснення, ілюстрації. Окремі тези мають бути пов'язані між собою логічно, як ланки одного ланцюга. Обсяг тез - 60... 125 машинописних рядків.

Тема дослідження – методологічна характеристика дослідження; формулювання, що відображає проблему дослідження. Тема повинна враховувати рух від досягнутого наукою, від звичайного до нового, містити момент зіткнення старого з новим.

Теорія — вища форма наукового мислення, система узагальнених знань, пояснення тих чи інших сторін дійсності. Теорія є духовним, розумовим відображенням і відтворенням об'єктивної реальної дійсності. Вона виникла в результаті узагальнення пізнавальної діяльності і практики. Теорія становить основний структурний елемент науки, об'єднуючи в єдине ціле факти, проблеми, гіпотези, методи пізнання та ін. Сутність теорії полягає в достовірному узагальненні фактів, у тім, що за випадковим вона знаходить необхідне, закономірне, за одиничним – загальне і на цій основі здійснює передбачення.

Територія – частина поверхні земної суші з властивими їй природними, а також створеними в результаті людської діяльності властивостями і ресурсами.

Термін – слово чи словосполучення слів, що точно позначають

наукове поняття, що має дефініцію (визначення).

Термічний аналіз - фізичний метод дослідження перетворень речовини при її нагріванні або охолодженні.

Технічна інформація — характеризує фізичні процеси в різних об'єктах при створенні продукції із вихідних компонентів.

Типологія досліджень – класифікація досліджень за характером їх ставлення до об'єкта дослідження і до практики. Найбільш поширений розподіл досліджень на фундаментальні, прикладні і розробки.

Топографія - наукова дисципліна, що розробляє методи знімання земної поверхні для створення загальногеографічних карт великих масштабів.

У

Узагальнення – логічний процес переходу від одиничного до загального, від менш загального до більш загального. Результат цього процесу – узагальнене поняття, судження, закон науки, теорія. У науковому дослідженні узагальненням є поширення висновків, зроблених на обмеженій кількості даних, на більш широку сферу практики.

Умовивід – розумова операція, яка полягає в одержанні нового висновку з декількох суджень. Умовивід є необхідним засобом пізнання, коли для встановлення істини потрібно провести дослідження, а саме вивести наслідок, здійснити доказ, систематизувати знання, перевірити гіпотетичне положення.

Універсальна десятикова класифікація (УДК) - це міжнародна універсальна система, яка дозволяє детально представити зміст документальних фондів, забезпечити оперативний пошук інформації, має можливість свого розвитку і самовдосконалення. Вона складається із основної і допоміжної таблиць. Основна таблиця містить поняття і відповідні їм індекси, за допомогою яких систематизують знання людства. УДК використовується більш ніж в 50-ти країнах світу і юридично є власністю Міжнародної федерації документації (МФД), яка відповідає за розробку таблиць УДК, їх стан і видання.

Ф

Факт – будь-який не залежний від спостерігача стан дійсності чи події, що відбулася; обґрунтоване знання, отримане шляхом опису окремих фрагментів реальної дійсності у деякому чітко визначеному просторово-часовому проміжку; елемент наукового знання. На основі наукових фактів встановлюють закономірності явищ, висуваються теорії, доводяться закони.

Фауна – сукупність усіх тварин певної місцевості.

Філософські методи — це використання у науковому дослідженні категорій, положень, принципів і законів певної філософської системи. Наприклад, діалектики як теорії пізнання. Можна користуватися положеннями філософії позитивізму, неопозитивізму, постмодернізму тощо.

Фільтрація - рух рідини через порожнини різноманітних тіл під дією сили тяжіння і капілярних сил. Розрізняють Ф. природну і штучну.

Флуктуації – випадкові відхилення фізичних величин від їх середніх значень; характерні для будь-яких тимчасових процесів.

Формалізація – метод вивчення різних об'єктів, при якому основні закономірності явищ і процесів відображаються в знаковій формі за допомогою формул або спеціальних символів. Формалізація забезпечує спільність підходів до вирішення різних завдань, дозволяє формувати відомі моделі предметів і явищ, встановлювати закономірності між фактами, що вивчаються. Символіка штучної мови (хімія, математика) дозволяє чітко і коротко фіксувати певні значення, не допускаючи різного тлумачення, що неможливо при користуванні звичайною мовою.

Формула винаходу — це складена за встановленими правилами коротка словесна характеристика, що виражає технічну сутність, ознаки об'єкта винаходу.

Фундаментальний закон – виражає зв'язки між вихідними, основними поняттями.

Фундаментальні дослідження — наукова теоретична та (або) експериментальна діяльність, спрямована на здобуття нових знань про

закономірності розвитку та взаємозв'язку природи, суспільства, людини.

Функція методу - отримання нової інформації про навколишню дійсність, заглиблення в сутність явищ і процесів, розкриття законів і закономірностей розвитку, формування і функціонування об'єктів, які досліджуються.

Ц

Цитата – відтворений дослівний фрагмент чужої промови чи статті для підтвердження власного погляду, полеміки з цитованим автором.

Цифрова карта - цифрова модель просторових об'єктів або явищ, створена шляхом цифрування паперових картографічних джерел, цифрової реєстрації даних польових зйомок або просторового моделювання; сформована з урахуванням законів картографічної генералізації в прийнятих для карт проекціях, системах координат і висот.

Предметний покажчик

- Internet, 45
 Maple, 179
 MathCAD, 178
 MATLAB, 175
 абсолютна похибка вимірювання, 196
 Абстракція, 90
 автоматичний, 67
 Аксиома, 15
 Аксиоматичний метод, 95
 Аналіз, 6,
 Аналіз вторинної інформації, 126
 Аналітичне моделювання, 167
 Аналогії, 90
 Бібліографічні видання, 126
 Біоіндикація, 149
 Валідність, 96
 Визначення проблеми, 126
 Використання результатів, 126
 Вимірювальна апаратура, 185
 Вимірювальні прилади, 185, 195
 Вимірювання, 116, 187
 Випадкова похибка, 196
 Випробування, 188
 Висновки i
 рекомендації, 126
 Відтворення, 187
 Вторинна інформація, 125
 Географічна інформаційна система, 143
 Геоінформаційна система, 143
 Гіпотеза, 12, 93
 Горизонтальна, 144
 Графічний метод, 205
 Дані експерименту, 186
 Дедукція, 89, 163, 367
 Деталізація, 174
 Дистанційні методи, 144
 Диференціацією, 17
 Діагностика, 188
 Діагностична сила, 96
 Довідковий фонд, 66
 Довірча ймовірність вимірювання, 197
 Довірчим інтервалом, 197
 Доктор наук, 40
 Екологія, 23
 Експеримент, 32
 Експериментальне дослідження, 28
 Експериментальні дослідження, 188
 Завдання дослідження, 121
 Загальнонаукова методологія, 56
 Залежна змінна, 186
 Звичайний (або класичний) експеримент, 102
 Змінна, 186
 Зовнішня змінна, 186
 Зразок для експерименту, 185
 Ідеальні (знакові) моделі, 166
 Ідентифікація, 187
 Імітаційному моделюванні, 167
 Індукція, 89
 Інтернет, 68
 Інтерпретація (представлення) результатів експерименту, 115
 Інтуїція, 50
 Інформаційний експеримент, 101
 Інформаційний підхід, 61
 Історичний метод, 95
 Історичний принцип, 56
 Кандидат наук, 40
 Категорія, 14
 керівні рішення, 164
 Клімат, 152, 159
 Ключова ділянка, 154
 Комп'ютерне

- моделювання, 171
 Конкретнонаукова (частковонаукова) методологія, 61
 Контент-аналіз, 118
 Контроль, 187
 Контрольований експеримент, 186
 Концепція, 25, 61, 371
 Концепція сталого розвитку, 25
 Кореляційний аналіз, 118
 Кореляційний аналіз результатів вимірювань, 208
 Критична область, 201
 Ландшафт, 153
 ландшафтно-геохімічної системи, 136
 Лічба, 187
 Логічних, 141
 Математична модель, 166
 Математичне планування експерименту, 109
 Матеріальний експеримент, 102
 Мета досліджень, 121
 Метод, 76, 96
 метод відокремлювання змінних., 207
 Метод експертних оцінок, 118
 Метод екстраполяції, 141
 Метод імплікаційних шкал, 118
 Метод кларків, 136
 метод номограм, 207
 Метод системного аналізу, 95
 Метод створення теорії, 95
 Методи прогнозування наслідків антропогенної дії на довкілля, 140
 Методика, 107, 211
 Методологія, 49
 механічний, 67
 Моделі математичні, 141
 Модель, 56
 Модельний експеримент, 185
 Моделювання, 56, 91, 141
 Моніторинг, 188
 Надійність, 96
 Наука, 9
 Наукова ідея, 12
 Наукова проблема, 29, 64
 Наукова школа, 43
 Науковий закон, 13
 Науковий напрям, 29
 Науковий напрямок, 64
 Науковий результат, 27
 Наукознавство, 20
 Необроблені дані, 186
 Об'єкт дослідження, 121
 Об'єктивність, 96
 Об'єктивність аналізу, 62
 Об'єктом наукового дослідження, 26
 Оброблені дані, 186
 Однофакторний експеримент, 103
 Опитування, 117
 Основний фонд, 66
 Отримання первинної інформації, 126
 Парадигма, 52
 Парадокс, 52
 Пасивний експеримент, 103, 185
 Первинна інформація, 125
 Перетворюючий експеримент, 100
 Пізнання, 10
 План експерименту, 185
 Порівняння, 116, 186
 Послідовність проведення експерименту, 186
 Постулат, 15
 Пошуковий експеримент, 100
 Прикладні наукові дослідження, 27
 Принцип, 15
 Принцип агрегування,

- 171
- Принцип діалектичного заперечення, 63
- Принцип діалектичної суперечності, 63
- Принцип загального зв'язку, 62
- Принцип загального розвитку, 63
- Принцип здійсненності, 170
- Принцип інформаційної достатності, 170
- Принцип множинності моделей, 170
- Принцип параметризації, 171
- природний експеримент, 100
- Природничі науки, 22
- Програма дослідження, 119
- Простий експеримент, 101
- Реальні (натурні, аналогові) моделі, 166
- Реплікація, 186
- репрезентативність, 96
- Реферативні видання, 126
- Робоче навантаження, 173
- Розпізнавання об'єктів, 188
- Рослина-монітор, 158
- Ручний, 67
- Синтез, 54
- Системна незалежність, 174
- Системний аналіз, 169
- Системний принцип, 57
- Спостереження, 98, 187
- Сприйняття, 186
- суб'єктивна похибка, 196
- Судження, 13
- Суспільні науки, 22
- Тема, 29, 65
- Теоретико-експериментальне дослідження, 28
- Теоретичне дослідження, 28
- Теорія, 13
- Теорія пізнання (гносеологія), 54
- теорія прийняття рішень, 164
- Термінологічний принцип, 56
- Технічні науки, 22
- Умовивід, 13
- Факт, 14
- Факторний аналіз, 98, 118
- Формалізація, 88, 91, 386
- Формалізовані, 141
- Фундаментальні наукові дослідження, 27

ЛІТЕРАТУРА

1. Автоматизована система екоінспекційного контролю стану забруднення довкілля України та викидів, скидів і відходів „ЕкоІнспектор”: методичний посібник / [В. Б. Мокін, Б. І. Мокін, Г. Ю. Псарьов, Ю. Л. Зіскінд, Г. В. Горячев та ін.]; під ред. Г. В. Горячева — Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2007. — 128 с.
2. Алабужем П. М. Теория подобия и размерностей. Моделирование / П. М. Алабужем, В. Б. Геронимус, И. А. Минкевич. — М.: Высш. шк., 1968. — 320 с.
3. Анализ последствий аварии на Чернобыльской АЭС при помощи ГИС и методов пространственной статистики / по статье в ArcNews, осень 2003 г. // ArcReview. Современные геоинформационные технологии. — 2004. — № 4 (31). — С. 4.
4. Артюх О. Ф. Основи наукових досліджень: [навчальний посібник] / Артюх О. Ф. — К.: УМКВО, 1990. — 315 с.
5. Б. І. Мокін Методичні вказівки з організації роботи аспіранта (здобувача) у Вінницькому національному технічному університеті / [Б. І. Мокін, В. В. Грабко, В. Б. Мокін., С. М. Москвіна, О. О. Новікова] — Вінниця: ВНТУ, 2006. — 75 с.
6. Б. І. Мокін Положення про порядок підготовки магістрів у Вінницькому національному технічному університеті / [Б. І. Мокін, В. В. Грабко, В. Б. Мокін., С. В. Бевз] — [6-те вид.] — Вінниця: ВНТУ, 2006. — 60 с.
7. Білуха М. Т. Методологія наукових досліджень: Підручник / Білуха М. Т. — К.: АБУ, 2002. — 480 с.: іл.
8. Білявський Г. О. Основи екології: теорія та практика: [навч. посібник] / Білявський Г. О., Бубченко Л. І., Навроцький В. М. — К.: Лібра, 2002. — 352 с.
9. Болдин В. А. Современные глобальные радионавигационные системы зарубежных стран / Болдин В. А. — М.: ВВИА им. Н. Е. Жуковского, 1985.
10. Бусыгин Б. С. Инструментарий геоинформационных систем: [справочное пособие] / Бусыгин Б. С., Гаркуша И. Н. — Киев:

- ИРГ "ВБ", 2000. — 172 с.
11. В. В. Кухарчук Методичні вказівки до оформлення дипломних проектів (робіт) для студентів всіх спеціальностей / В. В. Кухарчук, О. Г. Ігнатенко, Р. Р. Обертюх. — Вінниця: ВДТУ, 2000. — 55 с.
 12. В. Приваленко ГИС при эколого-геохимическом мониторинге г. Ростова-на-Дону / В. Приваленко // ArcReview. Современные геоинформационные технологии. — 2004. — № 4 (31). — С. 6—7.
 13. Видання. Основні види та визначення: ДСТУ 3017 — 95. — Введ. 23.05.95. — К.: Держстандарт України, 1995. — 45 с.
 14. Вознюк С. Т. Основы научных исследований. Гидромелиорация / Вознюк С. Т., Гончаров С. М., Ковалев С. М. — К.: Высшая шк. Головное изд-во, 1985. — 191 с.
 15. Володарский Е. Т. Планирование и организация измерительного эксперимента / Володарский Е. Т., Малиновский Б. Н., Туз Ю. М. — К.: Высшая школа, 1987. — 157 с.
 16. Геоинформационная система "КАРТА 2000" ("Панорама 7.x" 1991—2004) [руководство пользователя ("Mapguide")] / под ред. О. В. Беленкова. — РФ, Ногинск: КБ Панорама, 2004. — 112 с.
 17. Говорухин В. Компьютер в математическом исследовании: [учебный курс] / Говорухин В., Цибулин В. — СПб.: Питер, 2001. — 624 с.
 18. Гофманн-Велленгоф Б. Глобальна система визначення місцеположення (GPS). Теорія і практика / Гофманн-Велленгоф Б., Ліхтенеггер Г., Коллінз Д.; [пер. з англ. під ред. Яцківа Я. С.] — К.: Наук. думка, 1995.
 19. Грушко И. М. Основы научных исследований / Грушко И. М., Сиденко В. М. — [3-е изд., перераб. и доп.] — Харьков: Высшая школа. Изд-во при Харьк. ун-те, 1983. — 224 с.
 20. Гультьяв А. К. Matlab 5.3. Имитационное моделирование в среде Windows: [практическое пособие] / Гультьяв А. К. — СПб.: Корона-принт, 2001. — 400 с.
 21. Джонсон И. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке / Джонсон И., Лион Ф. — М.: Мир, 1980. — 180 с.
 22. Документація. Звіти у сфері науки і техніки: Структура і правила

- оформлення: ДСТУ 3008-95. Введ. 23.02.95. — К.: Держстандарт України, 1995. — 38 с.
23. Дьяконов В. П. MathCAD 7.0 в математике, физике и в Internet / Дьяконов В. П., Абраменкова И. В. — М.: Нолидж, 1999. — 352 с.
 24. Дьяконов В. П. MATLAB. Анализ, идентификация и моделирование систем / Дьяконов В. П., Круглов В. В. — СПб.: Питер, 2002. — 448 с.
 25. Егоров А. Е. Исследование устройств и систем автоматики методом планирования эксперимента / Егоров А. Е. — Харьков: Высшая школа, 1986. — 153 с.
 26. Злобін Ю. А. Основи екології / Злобін Ю. А. — К.: Лібра, 1998. — 248 с.
 27. Иванов В. С. Основы математической статистики / В. С. Иванов. — М.: ФИС, 1990. — 176 с.
 28. Капица П. Л. Эксперимент, теория, практика / П. Л. Капица. — М.: Наука, 1977. — 420 с.
 29. Клименко М. О. Моніторинг довкілля: Підручник / М. О. Клименко, А. М. Прищепа, Н. М. Вознюк — К.: Видавничий центр «Академія», 2006. — 360 с. (Альма-матер)
 30. Ковальчук В. В. Основи наукових досліджень: Навчальний посібник / В. В. Ковальчук, Л. М. Моїсєєв — [5-те вид.] — К.: Видавничий дім «Професіонал», 2008. — 240 с.
 31. Комп'ютеризовані регіональні системи державного моніторингу поверхневих вод: моделі, алгоритми, програми: [монографія] / під ред. В. Б. Мокіна. — Вінниця: Вид-во ВНТУ «УНІВЕРСУМ-Вінниця», — 2005. — 315 с.
 32. Комп'ютерна програма тривимірної візуалізації параметрів річкової мережі по її геоінформаційній моделі (“NetGL”) / Мокін В. Б., Давиденко О. В., Катасонов А. І. // Свідectво про реєстрацію авторського права на твір № 13002. — К.: Державний департамент інтелектуальної власності України. — Дата реєстрації: 11.05.2005.
 33. Комп'ютеризовані регіональні системи державного моніторингу поверхневих вод: моделі, алгоритми, програми: [монографія] / під

- ред. В. Б. Мокіна. — Вінниця: Вид-во ВНТУ “УНІВЕРСУМ-Вінниця”, 2005. — 315 с.
34. Кринецкий Й. Й. Основы научных исследований: [учебн. пособие для вузов] / Кринецкий Й. Й. — К.: Высшая школа, 1981. — 282 с.
35. Крушельницька О. В. Методологія та організація наукових досліджень: [навчальний посібник] / О. В. Крушельницька — К.: Кондор, 2006. — 206 с.
36. Кузин Ф. А. Магистерская диссертация: Методика написания, правила оформления и порядок защиты: [практ. пособие для студ.]—магистрантов /Ф. А. Кузин. — М.: Ось-89, 1997. — 304 с.
37. Кушнарєнко Н. М. Наукова обробка документів: Підручник/ Н. М. Кушнарєнко, В. К. Удалова. — К.: Вікар, 2003. — 328 с.
38. Лудченко А. А. Основы научных исследований: [учеб. Пособие] / А. А. Лудченко, Я. А. Лудченко, Т. А. Примак; под ред. А. А. Лудченко. — К.: О-во «Знання», КОО, 2000. — 114 с.
39. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / [Романенко В. Д., Жулинський В. М., Оксіюк О. П. та ін.] — К.: СИМВОЛ-Т, 1998. — 28 с.
40. Методика картографування екологічного стану поверхневих вод України за якістю води / [Л. Г. Руденко, В. П. Разов, В. М. Жукинський та ін.] — К.: СИМВОЛ-Т, 1998. — 48 с.
41. Методические рекомендации по применению методов математической статистики для обработки данных эксперимента: для студ. спец. 0606 / [Р. Н. Кветный и др.] — Винница: ВПИ, 1988. — 52 с.
42. Метрологія та вимірювальна техніка: навч. посібник / [Кухарчук В. В., Кучерук В. Ю., Долгополов В. П., Грумінська Л. В.] — Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2004. — 252 с.
43. Метрологія. Терміни та визначення — К.: Держстандарт України, 1994. — 68 с.
44. Мокін В. Б. Математичні моделі для контролю та управління якістю річкових вод: [монографія] / Мокін В. Б. — Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2005. — 174 с.

45. Мокін В. Б. Математичні моделі та програми для оцінювання якості річкових вод: [монографія] / Мокін В. Б., Мокін Б. І. — Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2000. — 152 с.
46. Мокін В. Б. Нова геоінформаційна технологія відображення кількісних та якісних параметрів річкових систем за допомогою технології OpenGL / Мокін В. Б., Давиденко О. В. // 36. наук. праць МНПК “Геоінформатика: теоретичні та прикладні аспекти – 2003”. — 2004. — С. 36.
47. Моніторинг довкілля: Підручник (скорочений варіант) / [Боголюбов В. М., Клименко М. О., Мокін В. Б. та ін.]; под ред. В. М. Боголюбова. — К. НУБіПУ, 2010. — 162 с.
48. Мороз І. В. Структура дипломних, кваліфікаційних робіт та вимоги до їх написання, оформлення і захисту/ І. В. Мороз. — К., 1997. — 56 с.
49. Н. В. Смирнов Курс теории вероятностей и математической статистики / Н. В. Смирнов, И. В. Дунин-Барковский. — М.: Наука, 1969. — 512 с.
50. Организация и планирование научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ — Свердловск: изд-во Урал. ун-та, 1989. — 123 с.
51. Основы научных исследований: учебн. для техн. вузов / [В. Й. Крутов, Й. М. Грушко и др.] — М.: Высшая школа, 1989. — 232 с.
52. Петрук В. Г. Основи науково-дослідної роботи. Навчальний посібник / Петрук В. Г., Володарський Є. Т., Мокін В. Б.; під ред. В. Г. Петрука. — Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2005. — 144 с.
53. Петрук В. Г. Спектрофотометрія світлорозсіювальних середовищ (теорія і практика оптичного вимірювального контролю): [монографія] / Петрук В. Г. — Вінниця: Універсум-Вінниця: 2000. — 207 с.
54. Пилипчук М. І. Основи наукових досліджень: Підручник/ М. І. Пилипчук, А. С. Григор'єв, В. В. Шостак — К.: Знання, 2007. — 207 с.
55. Половинный А. Й. Основы инженерного творчества: [учебн.

- пособие для студентов вузов] / Половинный А. Й. — М.: Машиностроение, 1988. — 209 с.
56. Применение навигационных приемников GPS для построения цифровых карт и планов лесных ресурсов // Геопрофи. — № 5. — 2003. — С. 7—8.
57. Ратушняк Г. С. Топографія з основами картографії: [навчальний посібник] / Ратушняк Г. С. — Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2002. — 179 с.
58. Розанов Б. Г. Основы учения об окружающей среде / Розанов Б. Г. — М.: МГУ, 1984. — 369 с.
59. Розробка і впровадження геоінформаційної системи із базою даних про розташування та стан складів ХЗЗР, агрохімікатів та місць видалення відходів: звіт про НДР / [В. Б. Мокін, М. П. Боцула та ін.] / ВНТУ. — 2801; № ДР 0105U002724. — Інв. № 0205U002730. — К., 2005. — 139 с.
60. Романчиков В. І. Основи наукових досліджень: Навчальний посібник/ В. І. Романчиков — К.: Центр учбової літератури, 2007. — 254 с.
61. С. А. Смоляков Устойчивые методы оценивания / С. А. Смоляков, Б. П. Титаренко — М.: Статистика, 1980. — 208 с.
62. Светличный А. А. Географические информационные системы: технология и приложения / Светличный А. А., Андерсон В. Н., Плотницкий С. В. — Одесса: Астропринт, 1997. — 196 с.
63. Сиденко В. Н. Основы научных исследований / Сиденко В. Н., Грушко И. М. — Харьков: Высшая школа, 1978. — 197 с.
64. Система підтримки прийняття управлінських рішень керівниками водогосподарських організацій для басейну річки Сіверський Донець з використанням геоінформаційних технологій: методичний посібник / [В. Б. Мокін, Б. І. Мокін, М. Я. Бабич, В. Є. Антоненко та ін.]; під ред. В. Б. Мокіна — Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2009. — 352 с.
65. Сучасні екологічно чисті технології знезараження непридатних пестицидів. [монографія] / кол. авторів під ред. д.т.н., проф. Петрука В. Г. — Вінниця: Універсум-Вінниця, 2003. — 254 с.

66. Тимошенко Г. М. Теория инженерного эксперимента: [учебное пособие] / Тимошенко Г. М., Зима И. Ф. — К.: УМКВО, 1991. — 155 с.
67. Фещенко В. П. Методологія наукових досліджень: Навчальний посібник/ В. П. Фещенко — Житомир: Видавництво «Друк», 2006. — 224 с.
68. Філіпенко А.С. Основи наукових досліджень. Конспект лекцій: Навчальний посібник/ А.С. Філіпенко — К.: Академвидав, 2005. — 208 с. (Альма-матер)
69. Шейко В.М. Організація та методика науково-дослідницької діяльності: Підручник/ В.М. Шейко, Н.М. Кушнарєнко — 5-те вид., стер. — К.: Знання, 2006. — 307 с.
70. Шитиков В. К. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации / Шитиков В. К., Розенберг Г. С., Зинченко Т. Д. — Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. — 463 с.
71. Экологические проблемы: что происходит, кто виноват и что делать? [учебное пособие] / под ред. В. И. Данилова-Данильяна. — М.: МНЭПУ, 1997. — 332 с.
72. Экология: учебник для технических вузов / [Цветкова Л. И., Алексеев М. И. и др.] — М.: Химиздат, 1999. — 488 с.
73. Електронний Гризли// ArcReview. Сучасні геоінформаційні технології. — 2004. — № 4 (31). — С. 15.
74. ArcGIS 9. Geodatabase Workbook. — ESRI: Redlands, USA, 2004. — 258 p.
75. ArcGIS 9. Getting Started With ArcGIS. — ESRI: Redlands, USA, 2004. — 265 p.
76. ArcGIS 9. Managing ArcSDE Application Serves. — ESRI: Redlands, USA, 2004. — 147 p.
77. ArcGIS 9. What is ArcGIS. — ESRI: Redlands, USA, 2004. — 119 p.
78. Bratt S. Using ArcGIS 3D Analyst / Bratt S., Booth B. — ESRI: Redlands, USA, 2002. — 261 p.
79. Building a Gedatabase. — ESRI: Redlands, USA, 2003. — 460 p.
80. Building a Geodatabase / [Booth B., Crosier S., Clark J., MacDonald A.] — ESRI: Redlands, USA, 2002. — 426 p.

81. Editing in ArcMap. — ESRI: Redlands, USA, 2003. — 462 p.
82. ESRI Map Book V. 19. — ESRI: Redlands, USA, 2004. — 120 p.
83. ESRI Map Book. Geography and GIS — Sustaining Our World. V.17. — USA: ESRI, 2002. — 120 p.
84. Geodatabase Workbook / [Booth B., Shaner J., MacDonald A., Sanchez P.] — ESRI: Redlands, USA, 2002. — 208 p.
85. Getting Started with ArcGIS. — ESRI: Redlands, USA, 2002. — 253 p.
86. Minami M. Using ArcMap / Minami M. — ESRI: Redlands, USA, 2000 — 528 p.
87. Using ArcGIS Geostatistical Analyst. — ESRI: Redlands, USA, 2001 — 300 p.
88. Using ArcGIS Spatial Analyst. — ESRI: Redlands, USA, 2002. — 232 p.
89. Using ArcGIS Survey Analyst. — ESRI: Redlands, USA, 2002. — 304 p.
90. Using ArcGIS Tracking Analyst. — ESRI: Redlands, USA, 2003. — 107 p.
91. Using ArcScan for ArcGIS. — ESRI: Redlands, USA, 2003. — 140 p.
92. Vienneau A. Using ArcCatalog / Vienneau A. — ESRI: Redlands, USA, 2001. — 286 p.

Навчальне видання

доктор сільсько-господарських наук, професор, Заслужений діяч
науки і техніки України Микола Олександрович Клименко
доктор технічних наук, професор, відмінник освіти України
Василь Григорович Петрук
доктор технічних наук, професор Віталій Борисович Мокін
кандидат сільсько-господарських наук, доцент
Наталія Миколаївна Вознюк

МЕТОДОЛОГІЯ
ТА ОРГАНІЗАЦІЯ
НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ
(в екології)

Підписано до друку 30.07.12 р.
Формат 60x84/16. Папір офс. Друк офс.
Обл. вид. арк. 29.69. Ум. Арк. 27.55. Наклад 300 прим.

Видавництво: ПП «Олді-плюс»
73033 м. Херсон, а/с № 15, e-mail: oldi-ks@i.ua
Свід. сер. ХС № 2 від 16.08.2000 р.

