**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**
**«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»**

**Навчально-науковий інститут нафти і газу**
**Кафедра нафтогазової інженерії та технологій**
**Кафедра буріння та геології**

# МЕТОДОЛОГІЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНИХ РОБІТ

## Конспект лекцій
## для студентів спеціальності
## 185 Нафтогазова інженерія та технології
## Ступінь вищої освіти – магістр

**Полтава**
**2022 рік**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**
**«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»**

**Навчально-науковий інститут нафти і газу**
**Кафедра нафтогазової інженерії та технологій**
**Кафедра буріння та геології**

# МЕТОДОЛОГІЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНИХ РОБІТ

**Конспект лекцій**
**для студентів спеціальності 185 Нафтогазова інженерія та технології**
**Ступінь вищої освіти – магістр**

**Полтава**
**2022 рік**

**Методологія науково-дослідних робіт: конспект лекцій для студентів спеціальності 185 Нафтогазова інженерія та технології. Ступінь вищої освіти – магістр. – Полтава: Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2022 – 70 с.**

Автор: Ю.Л. Винников, докт. техн. наук, професор, в. о. завідувача кафедри буріння та геології

Відповідальний за випуск: Ю.Л. Винников, в. о. завідувача кафедри буріння та геології

Рецензент: В.І. Дмитренко, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри нафтогазової інженерії та технологій

Затверджено науково-методичною радою Навчально-наукового інституту нафти і газу

Протокол від «30» грудня 2021 року № 6

© Винников Ю.Л., 2022 рік
© НУ «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2022 рік

## Вступ

Дисципліна «Методологія науково-дослідних робіт» – це вибіркова дисципліна, яка повинна формувати в студентів наукового підходу при вирішенні прикладних завдань, зокрема, у сфері видобування нафти і газу.

Метою викладання цієї дисципліни є засвоєння студентами фундаментальної інформації про основні принципи наукового підходу при вирішенні практичних завдань у сфері видобування нафти і газу.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми у результаті вивчення дисципліни студенти повинні:

**знати:**

– сучасні методи наукових досліджень;

– основні принципи організації науково-дослідницької роботи (НДР);

– методологію проведення наукових досліджень;

– методику пошуку та обробки наукової інформації;

– особливості планування та організації теоретичних і експериментальних досліджень;

– особливості застосування статистичних методів обробки результатів досліджень;

– правила оформлення результатів НДР;

**вміти:**

– виконувати розрахунки з використанням методів наукових досліджень;

– оформляти результати наукових досліджень.

– проводити теоретичні й експериментальні дослідження на відповідному рівні, об’єктивно оцінювати отримані наукові результати на базі застосування інтегрованих знань інших дисциплін та системного аналізу;

– абстрактно мислити, аналізувати та синтезувати;

– знаходити, обробляти та аналізувати інформації з різних джерел;

– усно і письмово презентувати й обговорювати результати наукових досліджень та/або інноваційних розробок;

– виявляти, ставити та вирішувати задачі дослідницького характеру в нафтогазовій сфері, оцінювати та забезпечувати якість виконаних досліджень.

## ЛЕКЦІЯ 1
## Поняття, зміст, мета й функції науки. Основні етапи становлення й розвитку науки. Історичні передумови та національна система класифікації наук. Форми організації та управління наукою, підготовки й атестації наукових кадрів

**Наука** – сфера людської діяльності, головною функцією якої є виявлення та вивчення об'єктивних законів з метою їх практичного застосування.

У процесі розвитку науки відбуваються такі **перетворення**:

- математизація наук;
- диференціація внаслідок невичерпності об'єктів пізнання;
- інтеграція, дослідження на стиках різних наук, взаємне запозичення результатів;
- зв'язок з технікою та виробництвом, прискорене впровадження нових наукових результатів.

Можливу класифікацію наукових досліджень та їх зв’язків із технікою подано на рис. 1.1.

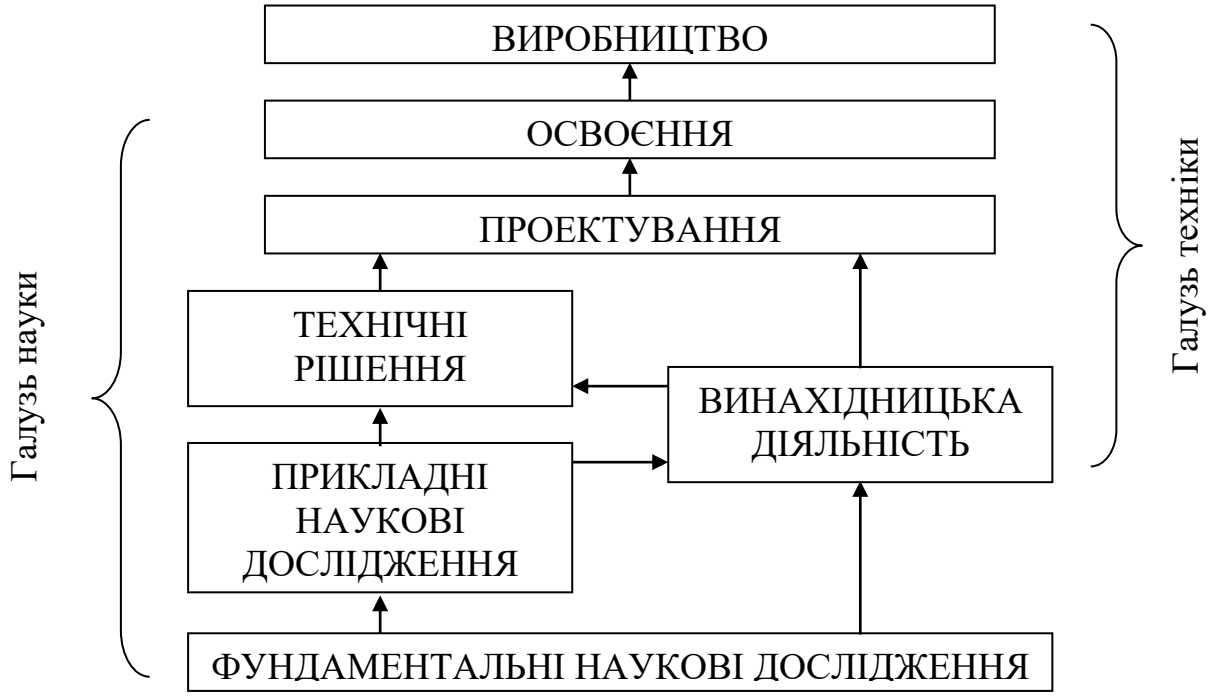



Рис. 1.1. Структура науково-технічних досліджень

Є сенс наукові дослідження умовно поділити на певні **рівні**:

- **фундаментальні**, присвячені вивченню основних законів природи (наприклад, математика, ядерна фізика, хімія, генетика тощо). Фундаментальні дослідження можуть бути пошуковими (пізнання законів природи без певної практичної мети) і цільовими (визначений об'єкт та

кінцева мета досліджень). Завдання фундаментальних досліджень ставляться на межі пізнання, імовірність отримання бажаного результату може бути меншою від 10%;

- **прикладні** виконуються з метою вирішення конкретних практичних задач і проблем. Як правило, вони базуються на застосуванні результатів фундаментальних досліджень для розв'язання конкретних проблем (задач) із конкретними об'єктами. Прикладні дослідження завжди є цільовими.
- **технічні розроблення** доводять результати прикладних досліджень до інженерного рівня та впровадження у виробництво.

Зазвичай, фундаментальні науки випереджають прикладні дослідження, але часто буває навпаки: у процесі виконання прикладних наукових розроблень формулюється тема фундаментального дослідження.

Сфера інтересів інженера та вченого в галузі техніки – прикладні наукові дослідження та технічні розроблення, а також проектування й впровадження у виробництво.

Прикладні й фундаментальні наукові дослідження можуть бути **теоретичними** (здобуття нових знань із відомих шляхом логічно обґрунтованих операцій) або **експериментальними** (здобуття нових знань шляхом узагальнення дослідних даних). Часто теоретичні та експериментальні методи досліджень застосовуються комплексно.

Окремі завдання теоретичного дослідження можуть потребувати експериментальних даних, або простіше розв'язуються експериментальним шляхом. Експеримент може дати поштовх до теоретичного розроблення, а може слугувати для перевірки теорії.

Досить важливою є класифікація наук за галузями знання (наприклад, біологічні, військові геологічні, медичні, педагогічні, технічні фізико-математичні, економічні, хімічні та цілий ряд інших), яка відображається в назвах наукових ступенів (наприклад, кандидат економічних наук, доктор технічних наук). Існує також державна класифікація наукових спеціальностей. Така класифікація дозволяє розмежувати фахівців, об'єкти досліджень і систематизувати наукову інформацію, але наукові дослідження можуть також виконуватися на стику наук.

У сфері наукових досліджень **держава забезпечує**:

- соціально-економічні, організаційні й правові умови для наукової діяльності;
- створення інфраструктури науки, підготовку наукових кадрів;
- фінансування фундаментальних досліджень і пріоритетних напрямів;
- інформаційне забезпечення й оцінку рівня наукових досліджень;
- упровадження досягнень науки, наукові зв'язки з іншими державами.

Наукові дослідження, зазвичай, виконуються:

- у спеціалізованих науково-дослідницьких установах Національної Академії Наук (НАН) України та інших Академій;
- у галузевих науково-дослідницьких інститутах при міністерствах і комітетах;
- у вищих навчальних закладах, де, зокрема, й працює більшість учених України;
- окремими фахівцями в процесі підготовки кандидатських і докторських дисертацій (такі роботи також виконуються згідно з планами наукової роботи дослідницьких установ і вищих навчальних закладів).

**Фінансування наукових розроблень** проводиться за рахунок держави, окремих міністерств і комітетів, підприємств, організацій та установ.

З Держбюджету фінансуються фундаментальні наукові дослідження, пріоритетні напрями розвитку науки, прикладні дослідження загальнодержавного значення, а також дослідження, що виконуються за міжнародними угодами. Прикладні наукові дослідження та технічні розроблення в основному фінансуються за рахунок міністерств і відомств, підприємств, організацій і установ.

\

Наукова робота в державних вищих навчальних закладах може фінансуватися за рахунок Держбюджету (розроблення на замовлення держави в особі Міністерства освіти і науки та друга половина робочого дня викладача), місцевих органів влади (регіональні наукові програми), юридичних і фізичних осіб (замовлення за господарськими договорами).

Виконання наукових досліджень за певною темою (замовленням) доручається окремим підрозділам науково-дослідницьких інститутів чи вищих навчальних закладів, а також спеціально створеним тимчасовим творчим колективам. Як правило, виконання конкретної роботи організовують науковий керівник та відповідальний виконавець, які керують творчим колективом, складеним із наукових співробітників і допоміжних технічних працівників.

Наукові дослідження переважно виконують в університетах, де створюються спеціалізовані інститути, лабораторії й тимчасові творчі колективи для виконання окремих розроблень. Також наукові дослідження виконують на замовлення різних фірм та організацій, у т. ч. і державних установ.

Науковий потенціал держави розвивається шляхом підготовки наукових кадрів у системі освітніх і науково-дослідницьких установ.

У системі загальної середньої освіти працюють загальноосвітні навчальні заклади (ЗНЗ) I–III ступенів, які надають початкову, базову і повну середню освіту без професійної підготовки. Середні професійно-технічні училища, що працюють у системі професійно-технічної освіти, надають повну середню освіту та ОКР кваліфікованого робітника.

Система вищої освіти складається з вищих навчальних закладів (ВНЗ) I–II (коледжі, училища) та III–IV рівнів акредитації (академії, університети), які надають базову чи повну вищу освіту з професійною кваліфікацією молодшого спеціаліста, бакалавра, спеціаліста чи магістра. Наприклад, у технікумі (ВНЗ I рівня акредитації) можна отримати повну середню освіту та кваліфікацію молодшого спеціаліста.

Повну вищу освіту з кваліфікацією спеціаліста можна отримати у ВНЗ III чи IV рівня акредитації, а з кваліфікацією магістра – при IV рівні акредитації спеціальності.

На найвищому щаблі освітніх «сходів» стоїть підготовка наукових кадрів вищої кваліфікації (кандидатів і докторів наук).

Окрім наукових ступенів кандидата і доктора наук, в Україні існують також **вчені звання** старшого наукового співробітника, доцента та професора.

До речі, в інших країнах існують різні системи атестації наукових кадрів: один науковий ступінь доктора, ступені доктора філософії та доктора наук, магістра та доктора тощо.

**Порядок атестації наукових кадрів** регламентує «Положення про присудження наукових ступенів і присвоєння вчених звань», затверджене Кабінетом Міністрів України. Наукові ступені кандидата та доктора наук присуджуються на підставі прилюдного захисту відповідних дисертацій у спеціалізованих учених радах. Мережа таких рад створюється Вищою атестаційною комісією України (ВАК) на базі провідних наукових установ та ВНЗ III – IV рівнів акредитації. Кожна спеціалізована вчена рада має повноваження щодо розгляду кандидатських чи докторських дисертацій із певної наукової спеціальності чи ряду спеціальностей.

До складу кандидатської ради можуть входити доктори і кандидати наук; докторські ради формуються виключно з докторів наук відповідної спеціальності. ВАК контролює роботу спеціалізованих рад і висвітлює питання атестації наукових кадрів у власних друкованих виданнях.

Захищати кандидатську дисертацію має право особа з повною вищою освітою (спеціаліст чи магістр), відповідною до вибраної наукової спеціальності. Докторська дисертація виконується і захищається кандидатом наук.

Підготовка кандидатської дисертації може вестися в очній чи заочній аспірантурі або здобувачами, прикріпленими до установи, що має аспірантуру за відповідною спеціальністю. Докторська дисертація готується в докторантурі чи самостійно.

З кандидатської дисертації обов’язково повинен бути науковий керівник, а з докторської може бути науковий консультант. Здобувач наукового ступеня кандидата наук до захисту дисертації складає кандидатські іспити з філософії, іноземної мови та спеціальності.

За результатами кандидатської дисертації повинно бути опубліковано не менше від трьох, а докторської – не менше від 20 наукових статей у виданнях,

визнаних ВАК фаховими з даної спеціальності. Обов'язковою є апробація дисертаційної роботи шляхом доповідей на наукових конференціях та в провідних наукових установах.

Порядок розгляду дисертаційної роботи:

- розгляд в установі, на базі якої виконувалася робота;
- подання до спеціалізованої вченої ради;
- попередній розгляд спеціально призначеною комісією з трьох членів ради;
- доповідь на науковому семінарі при спеціалізованій раді;
- призначення офіційних опонентів та провідної наукової установи;
- публікація оголошення про захист;
- друкування і розсилання автореферату дисертації;
- вивчення дисертації офіційними опонентами та провідною установою;
- аналіз автореферату провідними фахівцями з оформленням відгуків;
- прилюдний захист на засіданні спеціалізованої вченої ради;
- підготовка атестаційної справи;
- розгляд атестаційної справи та дисертації у ВАК;
- якщо рішення спеціалізованої вченої ради затверджене ВАК, здобувачеві видається диплом доктора чи кандидата наук.

Процедура розгляду дисертаційних робіт зорієнтована на забезпечення відкритості та можливості ознайомлення широкого кола науковців із поданою роботою й рівнем наукової підготовки її автора.

У процесі захисту на основі виступу здобувача, його відповідей на задані питання, оприлюднення відгуків провідної установи і відгуків на автореферат, виступів офіційних опонентів та членів ради проводиться глибокий аналіз й оцінка поданої дисертації. Задати питання чи виступити може кожен присутній на захисті.

Процедурні питання досить повно викладені в згаданому вище «Положенні...», а правила оформлення дисертацій і авторефератів дисертацій – у затвердженому ВАК документі «Основні вимоги до дисертацій та авторефератів дисертацій».

Якщо наукові ступені свідчать про наукову кваліфікацію працівника і його здатність вести наукову роботу, то **вчені звання** є свідченням професійної кваліфікації наукового чи науково-педагогічного працівника у вибраній сфері діяльності.

**Вчене звання старшого наукового працівника** присвоюється ВАК особам, які мають науковий ступінь кандидата чи доктора наук і працюють на відповідних посадах у науково-дослідницьких установах.

**Учені звання доцента і професора** присвоюються Міністерством освіти і науки України особам, що мають наукові ступені кандидата чи доктора наук та успішно працюють на відповідних посадах у вищих навчальних закладах III-IV рівнів акредитації.

Як виняток, в особливих випадках, обумовлених «Положенням...», вчене звання професора може бути присвоєне кандидатам наук, а доцента – викладачам вищих навчальних закладів III-IV рівнів акредитації без наукового ступеня.

Учені звання присвоюють після розгляду атестаційних справ, у яких за встановленою формою узагальнюються результати професійної діяльності здобувачів. Вимоги до здобувачів учених звань і порядок оформлення атестаційних справ викладені в «Положенні про присудження наукових ступенів та вчених звань». За результатами розгляду атестаційної справи видається атестат старшого наукового працівника, доцента чи професора.

Дійсним членом (академіком) чи членом-кореспондентом Академії наук за результатами обрання на загальних зборах Академії може стати доктор чи кандидат наук, який має великі наукові здобутки.

В Україні функціонують: Національна академія наук, Українська академія аграрних наук, Академія медичних наук України, Академія правових наук України, Академія мистецтв України. Вказані Академії наук є державними науковими закладами, діяльність яких фінансується з Державного бюджету. До складу Академій наук уходять профільні науково-дослідницькі інститути, галузеві та територіальні відділення.

Інші галузеві Академії працюють на правах громадських організацій.

## ЛЕКЦІЯ 2
## Поняття, особливості та методологія наукових досліджень. Класифікація методів наукових досліджень

**Теоретичні дослідження** дозволяють здобувати нові знання з відомих шляхом логічно обґрунтованих операцій.

Для них характерні наступні **пізнавальні прийоми**:

- **ідеалізація**, абстрагування від неістотних деталей, яке спрощує роботу, але може небажано вплинути на кінцеві результати;
- **аксіоматичність** як базування на загальних законах фізики, хімії, математики та інших фундаментальних наук;
- **гіпотетичний метод**, який полягає в тому, що на основі відомих фактів формулюється гіпотеза, а потім доводиться її правомірність;
- **дедукція** (виведення окремих положень із загальних законів) та **індукція** (встановлення загальних закономірностей за окремими фактами);
- **аналіз** (розділення явища на складові частини) і **синтез** (об'єднання окремих фактів у цілісну картину досліджуваного явища);
- **формалізація**, опис досліджуваного явища понятійними чи математичними моделями (фізичні моделі є предметом експериментальних методів).

**Аналітичні** методи дослідження застосовуються, коли досліджуване явище можна описати строгою і повною математичною моделлю (наприклад, алгебраїчні чи диференційні рівняння та системи).

Для врахування випадкових факторів застосовуються **ймовірнісні методи**.

Широко використовуються **методи оптимізації**, які дають можливість знаходити оптимальні рішення конструкційних, технологічних та інших задач.

Дослідження взаємодії об'єктів дослідження виконуються **методами системного аналізу**.

Якщо математична модель дуже складна, не зрозуміла до кінця чи на сучасному рівні розвитку математики не дозволяє отримати замкнуте аналітичне рішення, проводяться **чисельні експерименти** з використанням алгоритмічних моделей та наступним узагальненням результатів. Це доцільно в тому випадку, коли отримати необхідні аналітичні залежності неможливо, але можна обчислити реакцію дослідної системи на конкретні числові значення вхідних впливів.

Сучасні теорії звичайно складаються з таких **компонентів**:

- **вихідна експериментальна база** (факти, що вимагають пояснення);

- **вихідна теоретична база** (сукупність постулатів, аксіом, фундаментальних законів та висунутих гіпотез);
- **методологія і логіка теорії як сукупність правил оперування з інформацією та способів доведення висунутих гіпотез**;
- **теоретично виведені твердження й наукові висновки з їх доведеннями**.

У процесі теоретичних досліджень окремі питання можуть розв'язуватися експериментальним шляхом (отримання необхідних фактичних даних, вивчення реакції складних систем при різних впливах, перевірка теоретичних висновків тощо).

Одержані експериментальні залежності можна описати аналітичними виразами та продовжити подальші дослідження теоретичними методами.

**Експериментальні дослідження** забезпечують здобуття нових знань шляхом узагальнення дослідних даних.

Вони виконуються з метою збирання інформації про предмет дослідження, для вивчення складних систем, реакцію яких неможливо описати аналітично, а також з метою перевірки теорії.

Від мети проведення експериментальних досліджень в основному залежать їх завдання, обсяг і методика.

**Експерименти поділяють на:**

- **активні** (спеціально сплановані досліди);
- **пасивні** (спостереження реальних явищ), штучними (випробування зразків у лабораторії);
- **природні**;
- **лабораторні**;
- **виробничі**.

**Переважна більшість експериментальних досліджень містить такі етапи**:

- **постановка завдань і розроблення програми експерименту**;
- **вибір засобів експерименту** (зразки, обладнання, засоби вимірювання тощо);
- **попередні дослідження для уточнення програми експерименту**;
- **проведення досліджень та попередня обробка результатів**;
- **детальна обробка й аналіз результатів експерименту**;
- **перевірка достовірності результатів** (найчастіше це здійснюють шляхом статистичної обробки отриманих дослідних даних).

**Програма експерименту може включати наступні складові компоненти**:

- обсяг випробувань (його, зазвичай, визначають на основі планування одночинникового чи багаточинникового експериментів);
- схема експериментальної установки та креслення зразків;
- засоби створення необхідних впливів на об’єкт дослідження;
- засоби вимірювань та схеми їх установлення;
- порядок проведення випробувань;
- порядок фіксації й оперативної обробки результатів вимірювання;
- методику завершальної обробки результатів експерименту, тощо.

**При розробленні програми експериментальних досліджень, зазвичай, використовують математичні методи планування експерименту, які дозволяють отримати необхідні результати з мінімальними витратами.**

Найповніше ці методи розроблено та чимало апробовано для планування експериментів з метою пошуку оптимальних рішень. Статистичні методи планування експерименту дозволяють оцінити ймовірні похибки результатів або навпаки, спрогнозувати обсяги експериментальних досліджень (число зразків, кількість вимірювань і т. ін.), необхідні для досягнення заданої точності результатів.

Для обробки експериментальних даних широко застосовують добре апробовані **методи математичної статистики**, які дають змогу узагальнити результати досліджень, одержати необхідні закономірності, обґрунтувати прийняті рішення.

Обробку експериментальних даних здійснюють за допомогою сучасної обчислювальної техніки, яка забезпечує накопичення результатів, управління ходом експерименту на основі оперативного опрацювання отриманих даних, а також детальну обробку й аналіз результатів на завершальному етапі експериментальних досліджень.

За результатами експерименту звичайно розробляють нові теорії чи перевіряють вже існуючі.

**Для перевірки достовірності отриманих даних дуже корисно зіставити їх із результатами досліджень інших авторів.**

# ЛЕКЦІЯ 3
## Гіпотези в наукових дослідженнях та їх доведення. Експеримент в наукових дослідженнях. Математичне планування експерименту

**<u>Гіпотеза</u> – це система умовиводів, наукових припущень, за допомогою яких на підставі низки фактів робиться висновок про існування об'єкта, зв'язку або причини явища, і цей висновок не є абсолютно достовірним.**

Потреба в гіпотезі виникає в науці тоді, коли незрозумілий зв'язок між явищами, причина їх, хоча відомо багато обставин, що передують або супроводжують його; коли за деякими характеристиками сучасного треба встановити картину минулого; на підставі минулого та сучасного треба зробити висновок про майбутній розвиток явища.

Гіпотеза має ймовірний характер і потребує перевірки, доведення. Після такої перевірки гіпотеза чи стає науковою теорією чи видозмінюється.

**<u>Планування експерименту</u> – це комплексна процедура визначення кількості дослідів та умов їх проведення, достатніх для вирішення поставленого завдання**.

Експериментальні дослідження зазвичай виконують для дослідження впливу певних факторів (чинників) на обрану результуючу функцію.

Типовим прикладом може бути аналіз впливу ряду параметрів на несучу здатність конструкції чи дослідження залежності певної технічної характеристики композитного матеріалу від кількісного співвідношення його компонентів. При цьому може ставитися задача пошуку співвідношення факторів, при якому результуюча функція приймає необхідне значення (максимальне, мінімальне чи задане).

Зокрема, у найпростішому випадку одного впливаючого чинника для пошуку екстремуму результуючої функції досить провести декілька дослідів при різних значеннях цього фактора. При наявності декількох впливаючих факторів слід перебрати усі комбінації можливих значень цих факторів.

Такий підхід, що називають **повним факторним експериментом**, може потребувати виконання значної, часом практично неможливої кількості дослідів. Зокрема, при п’яти значеннях трьох факторів слід провести $5^3=125$ дослідів, а, наприклад, у випадку п’яти чинників кількість дослідів зростає до $5^5=3125$.

**Значне зменшення кількості дослідів** досягається в разі використання добре апробованих методів математичного планування експерименту, основна ідея яких полягає в заміні реальних залежностей результуючої функції від впливаючих факторів простими апроксимаціями.

Цей принцип, зокрема, проілюстровано на рис. 3.1, на якому показано залежність результуючої функції **Y** від впливаючого чинника, що змінюється в межах $1 \le \mathbf{X} \le 9$.

Повний факторний експеримент із 9 випробувань при **X** = 1, 2, … 9 дав мінімальне значення $\mathbf{Y_{min}}$=3 при $\mathbf{X_{opt}}$=4.

План другого порядку передбачає апроксимацію дослідженої залежності квадратною параболою, для чого досить провести три досліди при середньому і граничних значеннях впливаючого фактора **X** = 1, 5, 9.

Вважаючи мінімум отриманої параболи шуканим оптимальним рішенням, приймаємо $\mathbf{Y_{min}}$=3,9 при $\mathbf{X_{opt}}$=4,6.

Таким чином, при незначному відхиленні від реального оптимуму вдалося скоротити кількість дослідів з 9 до 3.

Зростання кількості впливаючих факторів приводить до ще більшого скорочення (у десятки і сотні разів) обсягів багатофакторних планованих експериментів порівняно з повними.

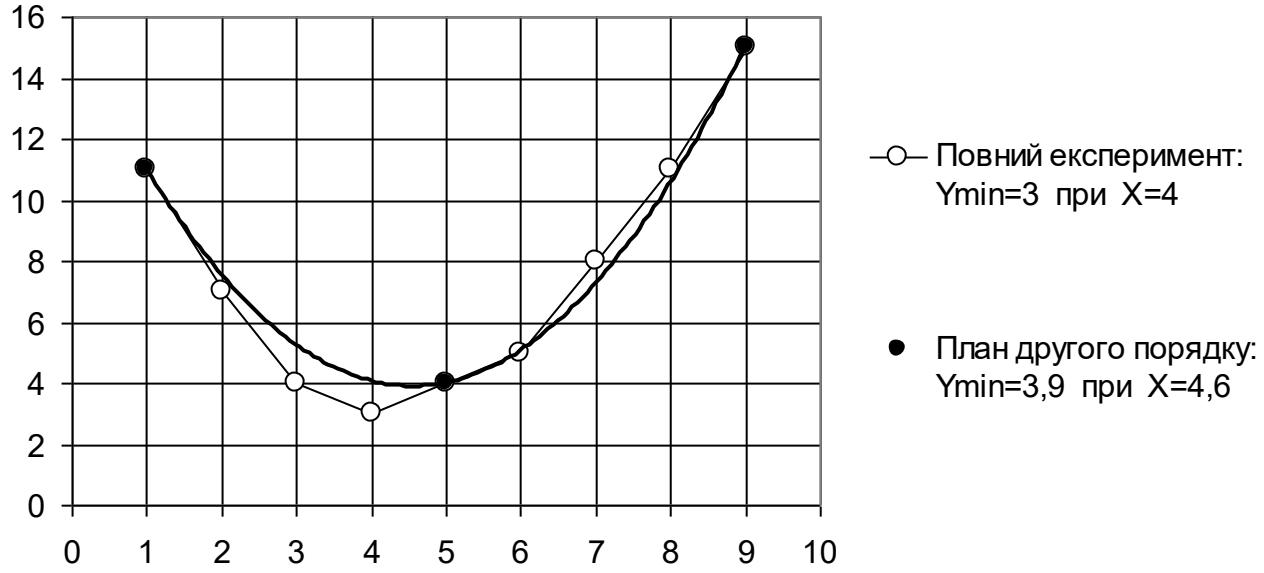



Рис. 3.1. Результати повного факторного та запланованого експерименту

**Планування та проведення, так званих, факторних експериментів, зокрема, зводиться до наступного алгоритму:**

- обирають порядок плану (при першому ведеться апроксимація лінійними функціями, при другому – квадратними параболами);
- визначають абсолютні межі варіювання та відносні рівні кожного фактора (мінімальний –1, середній 0, максимальний +1);
- вибирають вид плану і складають, так звану, матрицю планування, кожен рядок якої визначає один дослід і містить значення рівнів усіх чинників;
- згідно з матрицею планування готують зразки та проводять випробування чи вимірювання значень результуючої функції;
- за апробованою методикою виконують статистичну обробку результатів, яку, зокрема, можна реалізувати в середовищі табличного процесора EXCEL чи іншої раніше апробованої математичної програми.

Таким чином, за результатами статистичної обробки результатів факторних експериментів отримують параметри $\mathbf{A_i}$ лінійної (для планів першого порядку) чи квадратичної (для планів другого порядку) **залежності результуючої функції від впливаючих факторів**.

Так, наприклад, для двохфакторного плану другого порядку можна отримати рівняння наступного вигляду

$$\mathbf{Y = A_0 + A_1X_1 + A_2X_2 + A_3X_1^2 + A_4X_2^2 + A_5X_1X_2}\ , \qquad (3.1)$$

де $\mathbf{X_1}$, $\mathbf{X_2}$ – значення обох чинників;

$\mathbf{A_0}$ – $\mathbf{A_5}$ – параметри, які отримано в результаті обробки результатів факторних експериментів.

Отже, емпіричні залежності виду (3.1) дозволяють аналізувати поведінку дослідженої системи, оцінюючи значення результуючої функції при різних комбінаціях значень впливаючих факторів.

Також є сенс розв’язувати й, так звану, «обернену задачу пошуку оптимальної комбінації чинників», що відповідає заданому значенню результуючої функції, зокрема, установити співвідношення кількостей компонентів, яке забезпечує максимальну міцність композитного матеріалу, тощо.

## ЛЕКЦІЯ 4
## Класифікація та основні етапи науково-дослідницької роботи. Формування теми, мети й задач наукового дослідження

**Усі наукові дослідження виконують у певній послідовності, яку можна розділити на наступні <u>етапи</u>:**

1. **Вибір теми дослідження.** Тему прикладного дослідження вибирають, виходячи з практичних потреб суспільства. Для цього проводять аналіз відповідної галузі технології, аналіз літературних джерел, обґрунтовують наукову актуальність, практичну доцільність, галузь упровадження результатів і можливу ефективність роботи.

Розробляють орієнтовний план дослідження, оцінюють реальність його успішного виконання, можлива трудомісткість і вартість.

2. **Вивчення стану проблеми (задачі).** Проводять детальний аналіз літературних джерел, результатів раніше виконаних досліджень і практичного досвіду у вибраній галузі. За результатами аналізу, зазвичай, складають перший розділ науково-технічного звіту (дисертації, магістерської роботи і т. ін.).

3. **Формулювання мети та завдань роботи** виконують за результатами аналітичного агналізу літературних джерел і завершують перший розділ науково-технічного звіту (дисертації, магістерської роботи і т. ін.).

4. **Виконання досліджень**. Згідно з поставленими завданнями проводять необхідні теоретичні й експериментальні дослідження, які повинні органічно поєднуватися з метою досягнення поставленої мети. Завдання, методика та обсяг досліджень можуть коригуватися з урахуванням отриманих результатів.

5. **Завершення та оформлення роботи.** На цьому етапі виконують аналіз одержаних результатів, формулюють наукові висновки, розробляють рекомендації щодо практичного використання результатів дослідження, формулюють кваліфікаційні ознаки роботи (об’єкт дослідження, предмет дослідження, наукова новизна досліджень, їх практичне значення, особистий внесок автору та ін.).

Слід додати, що може виникнути потреба й в додаткових дослідженнях і роботах. Складають і редагують звіт про роботу (магістерська робота, дисертація, науково-технічний звіт, наукова публікація, тощо), в якому з вичерпною повнотою викладають завдання, методику та результати досліджень, наукові висновки і практичні рекомендації, тощо.

6. **Упровадження та наукове супроводження роботи.** Зазвичай, автори наукової розробки беруть участь у впровадженні результатів досліджень у відповідну галузь технології. При цьому часто є сенс доводиться не лише конкретизувати, деталізувати та роз’яснювати отримані результати, але й брати участь у розробленні конструкторської документації, виконувати додаткові дослідження, ставити експерименти у виробничих умовах.

Наукове супроводження розроблення проводиться вже в період серійного виробництва та використання продукції і може зводитися до спостереження за якістю виробництва, розв'язання проблемних питань, модифікації продукції з урахуванням набутого виробничого досвіду та відгуків споживачів.

**Актуальність** і доцільність роботи обґрунтовується шляхом критичного аналізу сучасного рівня техніки та відомих наукових й інженерних рішень.

**Мету наукового дослідження** формулюють як кінцевий результат, що має бути досягнутий унаслідок його виконання.

*Приклад формулювання мети наукового дослідження (магістерської роботи)*:

– удосконалити можливості застосування біополімерних бурових розчинів для збереження первинної проникності гірських при розкритті продуктивних колекторів свердловиною й підвищення ефективності видалення шламу з неї.

**Завданнями наукового дослідження** є перелік робіт, які необхідно виконати для досягнення поставленої мети. Вони випливають зі стану наукової проблеми чи задачі (що розв'язано повністю, частково чи не розв'язувалося) та мети дослідження.

**<u>Об'єкт дослідження</u> – це процес або явище, котре породжує проблемну ситуацію і тому вибране для вивчення.**

*Приклад формулювання об'єкту дослідження (магістерської роботи)*:

– взаємодія біополімерних бурових розчинів з нестійкими глинистими породами при розкритті колекторів свердловиною.

**<u>Предмет дослідження</u> міститься в межах об'єкта й по суті визначає тему наукової роботи.**

*Приклад формулювання предмету дослідження (магістерської роботи)*:

– феноменологічні залежності реологічних параметрів для різних складів біополімерних бурових розчинів.

**Передумови дослідження** визначають його теоретичну й експериментальну базу.

Мета, завдання, об'єкт і предмет дослідження повинні бути визначені до початку будь-якої наукової роботи.

Перелічені нижче **кваліфікаційні ознаки** дають загальну характеристику наукової роботи та остаточно формулюються після завершення досліджень. Вони є обов'язковими для дисертацій на здобуття наукових ступенів кандидата чи доктора наук, а також для магістерських робіт.

Повний перелік і правила формулювання кваліфікаційних ознак дисертаційних робіт містяться в «Основних вимогах до дисертацій та авторефератів дисертацій».

Нижче пропонується **<u>перелік класифікаційних ознак наукового дослідження</u>** з короткими коментарями та прикладами формулювання.

- **Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами** характеризує місце поданої роботи в загальних напрямах наукових досліджень.
- **Методи дослідження** перелічуються з визначенням того, що саме досліджувалось тим чи тим методом.

*Приклад формулювання методів дослідження (магістерської роботи)*:

– апробована для наукової практики методика планування одночинникового і багаточинникового експериментів; нормативні лабораторні методи дослідження параметрів бурових розчинів на водній основі; методи математичної статистики для обробки результатів експериментів.

- **Наукова новизна одержаних результатів** подається у вигляді анотації нових наукових положень і рішень, їх відмінності від відомих та ступеня новизни (вперше одержано, вдосконалено, дістало подальший розвиток).

*Приклади формулювань початку наукової новизни (магістерської роботи)*:

– отримано нові дослідні дані про ...;

– отримано нові залежності ...;

– удосконалено методику ...;

– розроблено методику уточнення ...;

– обгрунтовано й удосконалено конструктивно-технологічне рішення ...;

- **Практичне значення одержаних результатів** (способів, пристроїв, методик, схем, інформації тощо) подається з оцінкою ступеня їх новизни та готовності до використання чи факту використання.

*Приклад формулювань початку практичного значення отриманих результатів (магістерської роботи)*:

– практичне значення отриманих результатів полягає у розробці рекомендацій з підвищення ефективності ...

- **Достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій**.

*Приклад формулювання достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій (магістерської роботи)*:

– достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій визначається сучасним рівнем аналітичних і достатнім об’ємом експериментальних досліджень, виконаних на сучасному сертифікованому обладнанні, високим ступенем збіжності цих результатів і відтворюваністю отриманих даних.

- **Особистий внесок автора** у виконані дослідження та наукові праці, опубліковані зі співавторами.

Зазвичай, пункти особистого внеску автора відповідають науковій новизні одержаних результатів.

- **Апробація та публікація результатів роботи** (на яких наукових конференціях доповідалися результати досліджень і де вони опубліковані).
- **Структура роботи** із зазначенням загального обсягу в сторінках, кількості розділів, таблиць, рисунків, використаних літературних джерел, додатків.

Перелічені кваліфікаційні ознаки звичайно наводять у вступі до магістерської роботи (дисертації, звіту).

Окрім того, складають **анотацію роботи** зі стислим викладенням передумов, основних методів дослідження, висновків, наукових і практичних результатів, ключових слів для систем автоматизованого пошуку наукової інформації.

Іноді є сенс подати на окремому рисунку структурна схема досліджень, викладених у магістерській роботі (дисертації та ін.).

# ЛЕКЦІЯ 5
## Науково-дослідницька робота студентів. Основні поняття математичної статистики. Закони розподілу випадкової величини

Складність і багатофакторність процесів, що відбуваються в суспільстві, природі та техніці, часто приводить до непередбачуваності їх результатів. Такі процеси, явища, події та величини називають випадковими та аналізуються з використанням методів теорії ймовірностей і математичної статистики.

Нижче пропонується найпростіші поняття й методи статистичного аналізу, застосування яких дозволяє отримувати ряд практично корисних результатів, а також може служити базою для глибшого вивчення ймовірнісно-статистичних методів за відповідною літературою.

**Випадковою** називають подію, яка в результаті проведення досліду може реалізуватися чи не реалізуватися.

Об'єктивною числовою мірою можливості реалізації випадкової події є її **ймовірність Р**, яка може приймати значення в межах від нуля для неможливої події до одиниці для достовірної події.

Подія з імовірністю реалізації $P \approx 0$ вважається практично неможливою, а подія з $P \approx 1$ – практично достовірною. Допустима величина відхилення ймовірності від нуля чи одиниці залежить від значимості та наслідків події.

Результатом спостережень чи дослідів часто бувають величини, значення яких неможливо передбачити до проведення досліду. Такі величини називають **випадковими (ВВ)**.

Множина значень, які може приймати випадкова величина в результаті досліду, утворює **область визначення випадкової величини**.

У техніці частіше зустрічаються **неперервні випадкові величини**, областю визначення яких є дійсні числа.

Кожен проведений дослід (вимірювання) дає одне конкретне значення вимірюваної величини, яке називається **реалізацією випадкової величини**.

В результаті проведення серії дослідів формують набір значень випадкової величини, який називають **вибіркою**. **Обсяг вибірки** дорівнює кількості наявних значень випадкової величини у вибірці.

Множину всіх можливих реалізацій випадкової величини називають **генеральною сукупністю**.

**<u>Головне завдання статистичного аналізу даних</u> полягає в розробленні ймовірнісних моделей (залежностей, алгоритмів, методів тощо), які описують досліджувані явища з урахуванням їх випадкової природи.**

Такі моделі дозволяють прогнозувати ймовірності випадкових подій, передбачати можливі значення випадкових величин, оцінювати рівень якості та

надійності виробів, аналізувати доцільність інженерних й управлінських рішень.

Предметом математичної статистики є також планування необхідного обсягу експерименту, оцінювання точності спостережень, відповідності теорії до експерименту.

Статистичні методи дозволяють встановлювати відсутність чи наявність зв'язку між випадковими величинами та отримувати залежності, що дають можливість прогнозувати значення одних величин через результати спостережень за іншими, а також розв'язувати безліч інших практично важливих задач.

Статистична обробка вибірок випадкових величин звичайно виконується на персональних комп'ютерах із використанням готових програм. Невеликі вибірки можна також обробити за допомогою інженерного калькулятора з умонтованим режимом статистики.

Нижче наведені рекомендовані способи статистичної обробки даних у середовищі табличного процесора EXCEL, який має ряд убудованих статистичних функцій. Їх застосування проілюстроване числовим прикладом статистичної обробки вибірки випадкової величини.

**<u>Предметом статистичного аналізу</u> є вибірка значень випадкової величини, отримана в результаті вимірювань чи спостережень.**

**Кінцевою метою статистичної обробки є встановлення числових характеристик та закону розподілу випадкової величини за наявними дослідними даними.**

Позначимо обсяг вибірки через **N**, а кожен її елемент (одержане в результаті окремого вимірювання значення випадкової величини) через $\mathbf{X_i}$. Числові характеристики вибірки випадкової величини можна визначати з використанням убудованих функцій текстового процесора EXCEL чи інших прикладних програм, які реалізують обчислення за наведеними нижче формулами.

В EXCEL аргумент «список» усіх функцій для обчислення статистичних характеристик звичайно задає область робочої сторінки, в комірки якої занесені елементи вибірки.

Для визначення списку слід просто «обвести» необхідну область курсором миші під час уведення функції через меню «ВСТАВКА, ФУНКЦИЯ».

Оскільки статистичні функції ігнорують пусті комірки, область робочого листа «список» може бути більшою за наявну вибірку. Це дозволяє створювати бланки, у які досить занести дані, щоб виконати їх статистичну обробку.

**Розмах вибірки** задається найменшим $\mathbf{X_{min}}$ і найбільшим $\mathbf{X_{max}}$ спостереженими значеннями.

В середовищі EXCEL використовують функції МИН (список) та МАКС (список).

**Середнє значення** (оцінка математичного сподівання), яке визначає положення центра розподілу випадкової величини, дорівнює

$$\mathbf{M = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} X_i} \qquad (5.1)$$

і в середовищі EXCEL обчислюється за функцією СРЗНАЧ (список).

**<u>Стандарт</u>** або **<u>середнє квадратичне відхилення</u> характеризує міру розкиду випадкової величини відносно центра розподілу** й обчислюється за формулою

$$\mathbf{S = \sqrt{\frac{1}{N-1}\sum_{i=1}^{N}(X_i - M)^2}} \quad , \qquad (5.2)$$

яка в середовищі EXCEL реалізована функцією СТАНДОТКЛОН (список).

**<u>Коефіцієнт варіації</u>** є відносною мірою розкиду випадкової величини і визначається за формулою

$$\mathbf{V = S/M}. \qquad (5.3)$$

Величини, що входять до формул (5.1) – (5.3), пояснені вище, де обсяг вибірки позначено через **N**, а кожен її елемент – через $\mathbf{X_i}$ .

Середнє значення й стандарт мають розмірність самої випадкової величини.

Коефіцієнт варіації – величина безрозмірна чи виражена у відсотках. Так, наприклад, нормативне значення коефіцієнта варіації міцності бетону встановлене рівним **V**=0,135=13,5%.

Окрім того, у математичній статистиці використовуються дисперсія $\mathbf{D = S^2}$, а також коефіцієнти асиметрії та ексцесу.

Із метою ілюстрації розглянемо простий **приклад**, який, до речі, буде використано й при розгляді наступних питань і при цьому виділятися курсивним шрифтом.

*Шляхом опитування групи з 20 студентів установлено час, витрачений кожним із них на виконання курсової роботи.*

*У результаті отримана вибірка обсягом N=20 значень витрат часу в годинах:*

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *16* | *20* | *27* | *27* | *25* | *14* | *13* | *31* | *24* | *19* |
| *19* | *21* | *16* | *17* | *26* | *21* | *18* | *23* | *20* | *22* |

*Обробка за описаною вище методикою дала наступні результати:*

- *розмах вибірки* $X_{min}$ *= 13 годин,* $X_{max}$ *= 31 година;*
- *середнє значення (5.1)* *M = 20,95 години;*
- *стандарт (5.2)* *S = 4,73 години;*
- *коефіцієнт варіації (5.3)* *V = 0,226=22,6%.*

*Таким чином, на виконання курсової роботи різні студенти витрачали від 13 до 31 години, середні по групі витрати часу становили приблизно 21 годину, а коефіцієнт варіації – 22,6%.*

Вичерпною характеристикою випадкової величини є її **закон розподілу**, який установлює залежність між значеннями випадкової величини та ймовірностями їх реалізації.

Закон розподілу неперервної випадкової величини може задаватися у вигляді функції розподілу чи густини ймовірності.

**Функція розподілу F(x) дорівнює ймовірності того, що випадкова величина X прийме значення, менше від x**:

$$\mathbf{F(x) = P\{X < x\}}\ , \qquad (5.4)$$

де **X** і **x** – випадкова величина та її конкретне значення;
$\mathbf{P\{.\}}$ – імовірність події, записаної у фігурних дужках.

Функція розподілу в межах області визначення випадкової величини монотонно зростає від нуля до одиниці.

Якщо область визначення випадкової величини обмежена $\mathbf{a \le X < b}$, то $\mathbf{F(a) = 0}$, $\mathbf{F(b) = 1}$.

При нескінченній області визначення $\mathbf{F(-\infty) = 0}$, $\mathbf{F(+\infty) = 1}$.

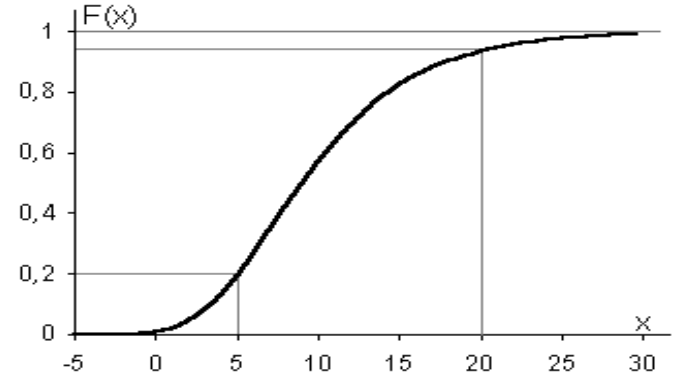
Першу похідну функції розподілу називають **густиною ймовірності**, або **густиною розподілу.**

Густина ймовірності **f(x)** указує на ймовірність реалізації значень випадкової величини в околі ***x***.

Графіки густини ймовірності можуть мати різноманітний характер, але всі вони повинні лежати вище від осі абсцис і задовольняти умову нормування

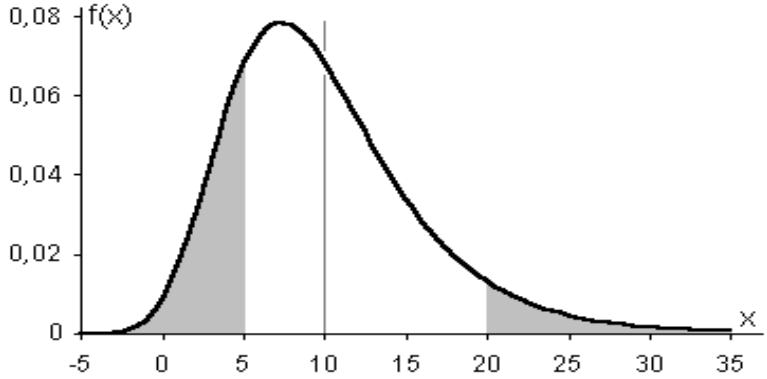
$$\mathbf{f(x) \ge 0}\ ; \qquad \int_{-\infty}^{+\infty} \mathbf{f(x)\,dx = 1}. \qquad (5.5)$$

Характерний приклад функції та густини розподілу випадкової величини з необмеженою областю визначення зображено на рис. 5.1.




а) функція розподілу Гумбеля з характеристиками:
M=10; S=6;
F(5)=0,195; F(20)=0,936

а




б) густина розподілу Гумбеля з характеристиками:
M=10; S=6;
P{x<5)=F(5)=0,195;
P{x>20)=1–F(20)=0,064

б

Рис. 5.1. Функція та густина розподілу неперервної випадкової величини

Найімовірнішими є значення в межах приблизно від 5 до 15, а ймовірність реалізації інших значень зменшується в міру віддалення від цього інтервалу.

Густина і функція розподілу зв'язані співвідношеннями

$$\mathbf{f(x) = F'(x) = \frac{\partial F(x)}{\partial x}}\ ; \qquad \mathbf{F(x) = \int_{-\infty}^{x} f(t)dt}\ , \tag{5.6}$$

завдяки характеру яких функцію розподілу **F(x)** інколи називають **інтегральною функцією розподілу**.

Зв'язок між густиною та функцією розподілу відображено на рис. 5.3.

Як слідує з формули (5.6), площа відміченої на графіку густини ймовірності області **x**<5 дорівнює значенню функції розподілу **F**(5)=0,195.

**Статистичним еквівалентом густини розподілу випадкової величини є гістограма розподілу.**

Побудова гістограми розподілу розпочинається з визначення розмаху вибірки як інтервалу між найменшим $\mathbf{X_{min}}$ і найбільшим $\mathbf{X_{max}}$ зі спостережених значень.

Отриману таким чином область визначення випадкової величини розбивають на інтервали, кількість яких **L** вибирають залежно від обсягу вибірки **N** за рекомендацією табл. 5.1.

Таблиця 5.1

**Поділ вибірки випадкової величини на інтервали залежно від її обсягу**

| **N =** | 10 – 40 | 40 – 100 | 100 – 300 | 300 – 1000 | 1000 – 5000 |
|---|---|---|---|---|---|
| **L =** | 4 – 6 | 5 – 8 | 6 – 10 | 8 – 15 | 10 – 25 |

Межі інтервалів $\mathbf{C_j}$, **j=0,…,L** установлюються, виходячи з довжини інтервалу, обчисленої за формулою

$$\mathbf{d = (X_{max} - X_{min})/L} \tag{5.7}$$

та округленою до значення, зручного для подальшого використання.

Нижня межа першого інтервалу $\mathbf{C_0}$ округлюється в менший бік, а верхня межа останнього $\mathbf{C_L}$ – у більший. Округлення довжини інтервалу **d** може привести до коригування їх кількості **L**.

Побудова гістограми розподілу зводиться до підрахунку кількостей даних $\mathbf{N_j}$, які належать до кожного з вибраних інтервалів. Це робиться шляхом перегляду вибірки вручну чи за допомогою комп’ютера.

Крайні інтервали, які містять мало даних, рекомендується об'єднати. Довжина об'єднаного інтервалу дорівнює сумі довжин, а кількість даних – сумі кількостей даних для інтервалів, що об'єднуються.

Бажано, щоб у кожному інтервалі було не менше, ніж 3–5 даних. Об'єднання інтервалів приводить до згладжування гістограми розподілу і таким чином дозволяє відмежуватися від випадкових коливань частот попадання до інтервалів при невеликих обсягах вибірок.

Імовірності попадання до кожного з інтервалів (частоти даних) $\mathbf{P_j}$ визначають діленням відповідних кількостей даних $\mathbf{N_j}$ на обсяг вибірки **N**

$$\mathbf{P_j = N_j / N}. \tag{5.8}$$

Густина ймовірності в кожному інтервалі є результатом ділення частоти $\mathbf{P_j}$ на довжину даного інтервалу $\mathbf{d_j = C_j - C_{j-1}}$

$$\mathbf{f_j = P_j / d_j = P_j / (C_j - C_{j-1})}. \tag{5.9}$$

При цьому слід пам’ятати, що різні інтервали можуть мати різну довжину.

Для побудови гістограми розподілу в середовищі табличного процесора EXCEL використовується функція ЧАСТОТА (список, $C_J$), яка обчислює

кількість даних в області «список», менших за задану межу j–того інтервалу $\mathbf{C_J}$.

*Продовжуючи попередній числовий* ***приклад****, збудуємо гістограму розподілу часу, витраченого студентами на виконання курсової роботи.*

*При N=20 даних приймаємо 6 інтервалів, довжина яких згідно з формулою (5.7) дорівнює d=(31-13)/6=3,0 години.*

*Встановивши межі інтервалів $C_J$ кратними 3 годинам, отримуємо 7 інтервалів в межах від $C_0$=12 до $C_7$=33 годин.*

*Обчислення, необхідні для побудови гістограми розподілу, виконані в табл. 5.2.*

*Таблиця 5.2*

***Обчислення, необхідні для побудови гістограми розподілу випадкової величини (у прикладі)***

| *Номер інтервалу* ***J*** | *Кінець інтервалу* $\mathbf{C_j}$ | $\mathbf{N_j}$ | $\mathbf{P_j}$ | $\mathbf{f_j}$ | $\mathbf{f_{jt}}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| *1* | *15* | *2* | *0,10* | *0,0333* | *0,0383* |
| *2* | *18* | *3* | *0,15* | *0,0500* | *0,0696* |
| *3* | *21* | *5* | *0,25* | *0,0833* | *0,0846* |
| *4* | *24* | *4* | *0,20* | *0,0667* | *0,0687* |
| *5* | *27* | *3* | *0,15* | *0,0500* | *0,0373* |
| *6* | *33* | *3* | *0,15* | *0,0250* | *0,0033* |

*Оскільки до останнього, сьомого інтервалу потрапив усього один елемент вибірки, цей інтервал об'єднаний із шостим, довжина якого таким чином зросла до 6 годин.*

*Обчислені за формулами (5.8) і (5.9) значення ймовірності попадання $P_j$ та густини розподілу $f_j$ для кожного з шести інтервалів також наведені в таблиці.*

*Графічне зображення гістограми, приклад якого за даними таблиці наведено на рис, 5.2, дозволяє наочно виявити характер густини розподілу випадкової величини.*

*Вздовж осі абсцис відкладені кінці інтервалів $C_j$, тобто значення самої випадкової величини, а вздовж осі ординат – обчислені за формулою (5.9) значення густини ймовірності $f_j$.*

*Із рис. 5.2 видно, що отримана гістограма має досить симетричний пагорбоподібний вигляд.*

*Найімовірнішими є значення часу від 15 до 27 годин.*

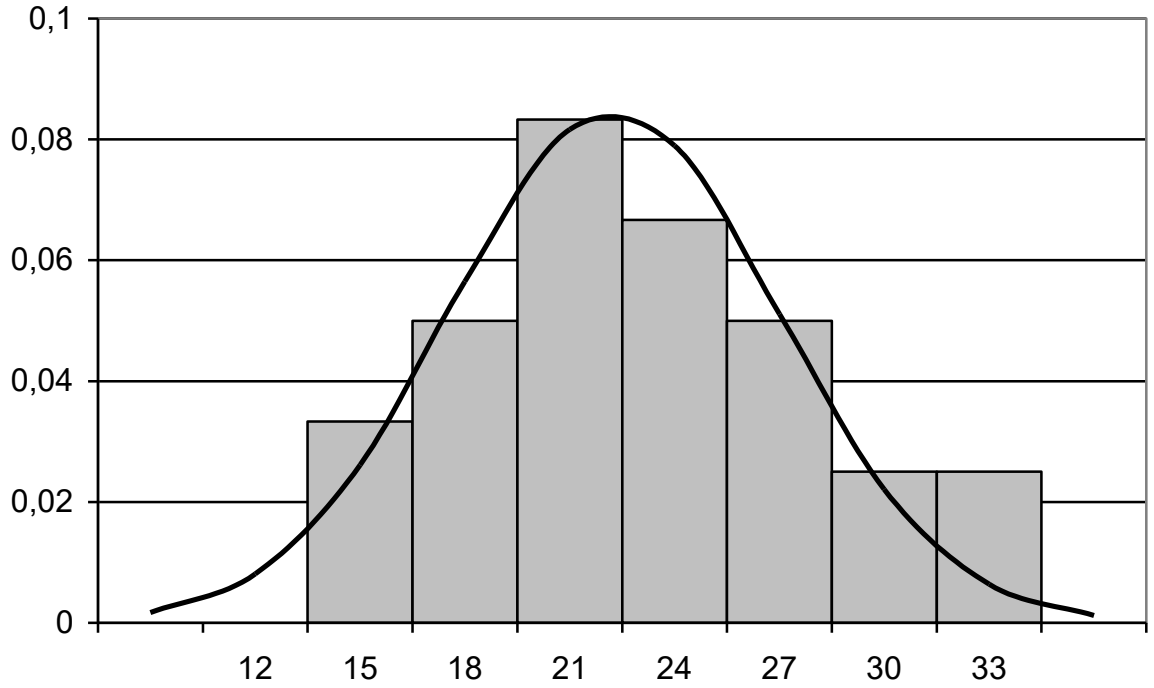



Рис. 5.2. Приклад гістограми розподілу часу, витраченого на виконання курсової роботи

Отримані вище числові характеристики і гістограма розподілу вибірки дозволяють описати дослідні дані теоретичним законом розподілу. Для цього необхідно вибрати його вид, визначити параметри та перевірити узгодженість із дослідною гістограмою.

Вид теоретичного розподілу вибирають з урахуванням фізичного обґрунтування дослідного явища й вигляду гістограми, а додатковим свідченням його придатності може служити співвідношення числових характеристик.

Параметри вибраного закону розподілу визначають за методом моментів, який забезпечує рівність числових характеристик теоретичного розподілу та проаналізованої вибірки.

Із величезної кількості відомих законів розподілу розглянемо три, які дуже часто вживаються в технічних дослідженнях: нормальний, Гумбеля й експоненціальний.

**<u>Нормальний закон розподілу (розподіл Гауса)</u> є граничним розподілом, до якого наближається сума багатьох випадкових величин.** Випадкові величини, які формуються в результаті впливу багатьох випадкових факторів, часто бувають розподілені за нормальним законом. Саме цим і пояснюється його широке застосування в різноманітних галузях науки та техніки.

Графіки густини нормального розподілу, приклад якого зображений на рис. 5.2, мають симетричний пагорбоподібний вигляд і задаються формулою

$$\mathbf{f(x) = \frac{1}{S\sqrt{2\pi}} exp\left[-\frac{(x-M)^2}{2S^2}\right]}, \qquad (5.10)$$

де **M** і **S** – математичне сподівання (середнє значення) й стандарт, одержані в результаті статистичної обробки вибірки.

Функція нормального розподілу **F(t)** аналітичного виразу не має і визначається за статистичними таблицями залежно від нормованого значення випадкової величини

$$\mathbf{t = (x - M)/S}\ . \qquad (5.11)$$

Ці ж таблиці дозволяють розв'язувати обернену задачу: визначати нормований аргумент **t** за заданим значенням функції розподілу **F(t).** При використанні таблиць слід пам'ятати, що $\mathbf{F(-t) = 1 - F(t)}$.

Для обчислень на комп'ютері з використанням табличного процесора EXCEL можна також скористатися статистичними функціями НОРМРАСП (X, M, S) і НОРМОБР (F, M, S).

**<u>Закон розподілу Гумбеля (подвійний експоненціальний розподіл)</u> є граничним розподілом максимального елемента вибірки випадкової величини, чим пояснюється його широке застосування для опису екстремальних значень різних величин.** Густина та функція розподілу Гумбеля дорівнюють

$$\mathbf{f(x) = \frac{1}{\beta} exp\left[\frac{\alpha - x}{\beta} - exp\left(\frac{\alpha - x}{\beta}\right)\right]}; \qquad (5.12)$$

$$\mathbf{F(x) = exp\left[-exp\left(\frac{\alpha - x}{\beta}\right)\right]}, \qquad (5.13)$$

де $\alpha$ і $\beta$ – параметри, які наближено визначають за формулами

$$\mathbf{\alpha = M - 0{,}45\ S}; \qquad \mathbf{\beta = 0{,}78\ S}\ . \qquad (5.14)$$

Область визначення розподілу Гумбеля нескінченна, а зображений на рис. 5.1 графік густини ймовірності має постійну правосторонню асиметрію з коефіцієнтом асиметрії A=1,14.

**<u>Експоненціальний закон розподілу</u>** широко вживається в теорії масового обслуговування, теорії надійності та в інших галузях науки. Він визначений в області додатних дійсних чисел із густиною і функцією розподілу

$$\mathbf{f(x) = \beta\, e^{-\beta x}}; \qquad \mathbf{F(x) = 1 - e^{-\beta x}}, \tag{5.15}$$

де $\boldsymbol{\beta = 1/M}$ – параметр, обернено пропорційний математичному сподіванню.

Приклад густини експоненціального розподілу наведено на рис. 5.3.

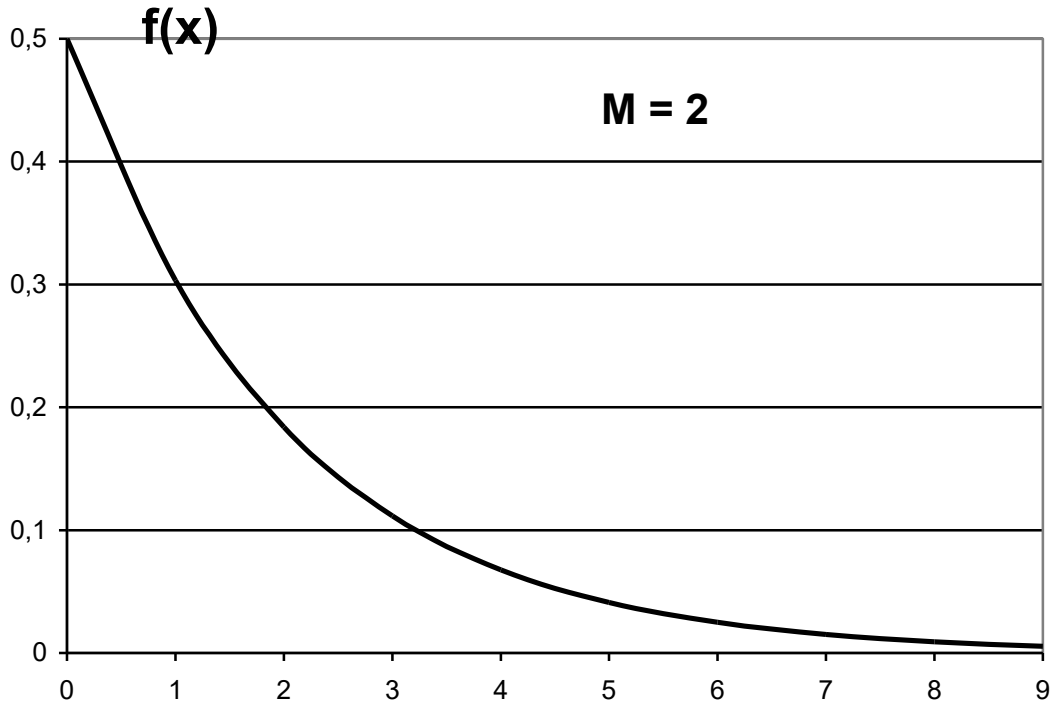



Рис. 5.3. Густина експоненціального розподілу при M=2, β=0,5

Розподіл визначений при X>0, а найімовірнішими є значення випадкової величини, близькі до нуля.

Характерною особливістю експоненціального розподілу є постійні значення його коефіцієнта варіації **V**=1 та коефіцієнта асиметрії **A**=2.

**Остаточне рішення щодо можливості застосування вибраного закону розподілу приймають за результатами перевірки його узгодженості з дослідними даними.**

Для цього використовують спеціальні статистичні критерії узгодженості, найпоширенішим із яких є **критерій Пірсона**.

Статистику критерію Пірсона обчислюють за формулою

$$\chi^2 = N \sum_{j=1}^{L} \frac{\left(P_j - P_{jt}\right)^2}{P_{jt}}, \qquad (5.16)$$

де **L** – кількість інтервалів у гістограмі;

**N** – обсяг вибірки, за якою збудована гістограма розподілу;

$\mathbf{P_j}$ – емпірична ймовірність попадання випадкової величини до j-того інтервалу, визначена за гістограмою розподілу;

$\mathbf{P_{jt} = F(C_j) - F(C_{j-1})}$ – теоретична ймовірність попадання випадкової величини до j-того інтервалу, визначена за обраним законом розподілу.

Обчислене за формулою (5.16) вибіркове значення статистики $\chi^2$ порівнюється з критичним значенням $\chi^2_{cr}(\alpha, k)$, визначеним за таблицею розподілу Пірсона залежно від рівня значимості $\alpha$ та кількості ступенів свободи **k**.

Рівень значимості $\alpha$ встановлює ймовірність відкидання правильної гіпотези (визнання невідповідним теоретичного розподілу, який насправді узгоджується з дослідними даними). У статистичних дослідженнях часто приймають рівень значимості $\alpha$=0,05.

Кількість ступенів свободи **k** дорівнює кількості інтервалів в гістограмі розподілу **L**, зменшеній на кількість параметрів вибраного теоретичного закону розподілу і ще на одиницю.

Для розподілів Гумбеля та Гауса **k=L-3**; для експоненціального розподілу **k=L-2**.

Якщо $\chi^2 \le \chi^2_{cr}$, вибраний закон розподілу не суперечить дослідним даним і його можна використовувати для ймовірнісного опису досліджуваної випадкової величини.

При $\chi^2 > \chi^2_{cr}$ для апроксимації дослідних даних слід вибрати закон розподілу іншого виду.

*У розглянутому вище **прикладі** статистичної обробки витрат часу на виконання курсової роботи обчислені статистичні характеристики та побудована гістограма розподілу, яка зображена на рис. 5.2.*

*Наведений на рис. 5.2 графік густини нормального розподілу досить точно відображає характер гістограми.*

*Очевидна залежність витрат часу від великої кількості впливаючих факторів також наводить на думку про можливість застосування нормального розподілу для ймовірнісного опису дослідженої випадкової величини.*

*Перевірка узгодженості нормального закону розподілу з дослідними даними виконана в табл. 5.3.*

*Таблиця 5.3*

***Приклад перевірки узгодженості нормального закону розподілу з дослідними даними***

| *Номер інтервалу* ***J*** | *Кінець інтервалу* $C_j$ | $P_j$ | $t = \frac{(x - M)}{S}$ | $F_j(t)$ | $P_{jt}$ | $\chi^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | *12* | | *-1,89* | *0,0294* | | |
| *1* | *15* | *0,10* | *-1,26* | *0,1038* | *0,0744* | *0,176* |
| *2* | *18* | *0,15* | *-0,62* | *0,2676* | *0,1638* | *0,023* |
| *3* | *21* | *0,25* | *0,01* | *0,5040* | *0,2364* | *0,016* |
| *4* | *24* | *0,20* | *0,64* | *0,7389* | *0,2349* | *0,104* |
| *5* | *27* | *0,15* | *1,28* | *0,8997* | *0,1608* | *0,015* |
| *6* | *33* | *0,15* | *2,55* | *0,9946* | *0,0949* | *0,640* |
| *С у м и :* | | *1,00* | | | *0,9652* | *0,974* |

*Для кожного з шести інтервалів гістограми в колонках таблиці послідовно наведені: дослідні ймовірності попадання до інтервалу $P_j$, нормовані значення t за формулою (5.11), значення функції нормального розподілу $F_j(t)$ для кінця інтервалу за таблицею нормального розподілу, теоретична ймовірність попадання до інтервалу $P_{jt}$, складові критерію Пірсона за формулою (5.16). Сума останньої колонки дорівнює статистиці критерію Пірсона $\chi^2$=0,974.*

*За таблицею розподілу Пірсона для рівня значимості $\alpha$=0,05 та кількості ступенів свободи k=6–3=3 критичне значення критерію $\chi^2_{cr} = 7{,}8$. Оскільки $\chi^2 = 0{,}974 < \chi^2_{cr} = 7{,}8$, робимо висновок про те, що нормальний розподіл не суперечить дослідним даним і може використовуватися для ймовірнісного опису витрат часу на виконання курсової роботи.*

# ЛЕКЦІЯ 6
## Алгоритм науково-дослідного процесу. Завершальна стадія науково-дослідного процесу. Побудова лінійних і нелінійних емпіричних залежностей

Закон розподілу випадкової величини дозволяє розв'язувати ряд практично корисних завдань, одним із яких **оцінювання ймовірності попадання випадкової величини X** до заданого інтервалу [**a, b**] через відому функцію розподілу **F(x)** чи густину ймовірності **f(x)**

$$\mathbf{P\{a \le X < b\} = F(b) - F(a) = \int_a^b f(x)\,dx} \ . \qquad (6.1)$$

На практиці часто зустрічаються випадки, коли необхідно визначити ймовірність виходу випадкової величини за встановлену односторонню межу. Вважаючи протилежну нижню чи верхню межу згаданого вище інтервалу [**a, b**] нескінченною, із загальної формули (6.1) легко отримати:

$$\mathbf{P\{X < b\} = F(b) = \int_{-\infty}^{b} f(x)\,dx} \ , \qquad (6.2)$$

$$\mathbf{P\{X > a\} = 1 - F(a) = \int_{a}^{+\infty} f(x)\,dx} \ . \qquad (6.3)$$

Загальні формули (6.1) – (6.3) виведені з визначення функції розподілу (5.4) та залежностей (5.6).

Підставляючи до них конкретні вирази функції розподілу **F(x)**, можна отримати робочі формули для розподілу Гумбеля

$$\mathbf{P\{X < b\} = \exp\left[-\exp\left(\frac{\alpha - b}{\beta}\right)\right]} \ ; \qquad \mathbf{P\{X > a\} = 1 - \exp\left[-\exp\left(\frac{\alpha - a}{\beta}\right)\right]} \ . \qquad (6.4)$$

а також для експоненціального розподілу

$$\mathbf{P\{X < b\} = 1 - e^{-\beta b}} \ ; \qquad \mathbf{P\{X > a\} = e^{-\beta a}} \ . \qquad (6.5)$$

Для функції нормального розподілу, яка не має аналітичного виразу, ймовірність виходу випадкової величини за нижню чи верхню межу дорівнює

$$\mathbf{P\{X<b\}=F(b)}\ ; \qquad \mathbf{P\{X>a\}=1-F(a)}\ , \tag{6.6}$$

де **F(a)** і **F(b)** – значення функції нормального розподілу, визначене за таблицею через нормований аргумент (11).

Не менш важливою для практики є обернена задача, яку часто називають **задачею нормування розрахункових значень дослідних параметрів технічних об'єктів чи природних явищ**.

Розрахунковим звичайно вважають граничне (максимальне чи мінімальне) значення досліджуваного параметра, ймовірність виходу за яке можна вважати досить малою.

Ймовірність протилежної події, тобто збереження параметра в бажаних межах, називають **забезпеченістю розрахункового значення**.

Так, наприклад, класом міцності бетону вважається нижня межа міцності на стиск із забезпеченістю 0,95.

Це означає, що міцність 95% випробуваних зразків перевищує значення класу бетону, а міцність 5% зразків може відхилятися від нього в небезпечну, меншу сторону.

Нормативні і розрахункові значення навантажень на конструкції, навпаки, приймають рівними верхній межі навантаження із забезпеченістю, близькою до одиниці.

Підставивши функцію експоненціального розподілу (5.15) до (6.4) і прологарифмувавши отриманий вираз, визначаємо верхню межу випадкової величини із забезпеченістю **F**

$$\mathbf{X_{max}=-\ln(1-F)/\beta}\ . \tag{6.7}$$

Підстановка функції розподілу Гумбеля (5.13) до (6.4) і подвійне логарифмування одержаного виразу дає формулу для обчислення верхньої межі випадкової величини із забезпеченістю **F**

$$\mathbf{X_{max}=\alpha-\beta\ \ln(-\ln F)}\ . \tag{6.8}$$

Нижня й верхня межа нормально розподіленої випадкової величини із забезпеченістю **F** обчислюються за формулами

$$\mathbf{X_{min}=M-t\,S}\ ; \qquad \mathbf{X_{max}=M+t\,S}\ , \tag{6.9}$$

де **M** і **S** – математичне сподівання та стандарт;
**t** – нормований аргумент (5.11), визначений за таблицею для заданого значення функції нормального розподілу.

*Нехай для умов розглянутого вище* ***прикладу*** *навчальним планом на виконання курсової роботи відведено 24 години.*

*Ймовірність того, що студент витратить на виконання роботи не більше від 24 годин, визначимо за формулою (6.6).*

*Нормоване значення (5.11) випадкової величини витрат часу дорівнює* $t = (x - M)/S = (24 - 20{,}95)/4{,}73 = 0{,}645$.

*За таблицею нормального розподілу визначаємо F(0,645)=0,740. Це означає, що у відведений термін 24 години із завданням справляться 74% студентів.*

*Згідно з вимогами до вищих навчальних закладів IV рівня акредитації, абсолютна успішність повинна становити не менше ніж 90%. Отриманий результат 74% свідчить, що норма часу 24 години занижена і не відповідає здібностям реальних студентів та обсягу завдання.*

*Для забезпеченості F=0,9 за таблицею нормального розподілу визначимо t=1,28.*

*Відповідна норма часу визначається за формулою (6.9) як верхня межа випадкової величини витрат часу* $X_{max} = M + t\,S = 20{,}95 + 1{,}28 \times 4{,}73 = 27{,}0$ *год. Отже, установлення норми часу 27 годин забезпечить вчасне виконання курсової роботи 90% студентів.*

Об’єкти досліджень часто описуються сукупністю декількох ознак, які відображають різні властивості одного й того ж об’єкта.

Наприклад, кожен зразок матеріалу має певну середню густину, пористість, водопоглинання, границю міцності на стиск і на згин та інші технічні характеристики.

Всі ці показники є випадковими величинами, значення яких змінюються від зразка до зразка, але при цьому можуть бути взаємно залежними.

Очевидно, що при збільшенні пористості зростає водопоглинання, але зменшуються середня густина та границя міцності матеріалу.

Розглянемо дві випадкові змінні **X** і **Y**, отримані в результаті парного експерименту.

Якщо між ними існує **функціональна залежність**, то кожному конкретному значенню **X** відповідає конкретне детерміноване (точно визначене) значення **Y**.

**Стохастична залежність** полягає в тому, що конкретному значенню **X** відповідає ряд випадкових значень **Y**, які мають певний статистичний розкид.

Якщо набір можливих значень випадкової величини **Y** змінюється при зміні значень **X**, такі випадкові величини називають **залежними**.

Так, наприклад, маса тіла студента не залежить від порядкового номера у списку групи, але залежить від його віку та зросту.

Результати парного експерименту можна зобразити графічно, відклавши вздовж однієї осі значення випадкової величини **X**, а вздовж іншої – значення **Y**.

Кожна пара даних, яка характеризує один і той же об'єкт (зріст і маса тіла певної людини, середня густина та межа міцності зразка легкого бетону тощо), утворює на графіку одну точку. За таким графіком можна орієнтовно встановити наявність і характер залежності між проаналізованими величинами.

**Статистичною мірою тісноти лінійного (або близького до лінійного) зв'язку між двома випадковими величинами є <u>коефіцієнт кореляції</u>**, який обчислюється за формулою

$$\mathbf{R_{xy} = \frac{1}{(N-1)\, S_x\, S_y} \sum_{i=1}^{N} (X_i - M_x)(Y_i - M_y)}\,, \qquad (6.10)$$

де **N** – обсяг кожної з вибірок;

**$X_i$** і **$Y_i$** – відповідні елементи вибірок, які відображають результати парного експерименту для одного і того ж об'єкта;

**$M_X$** і **$M_Y$** – оцінки математичних сподівань (середні значення) обох вибірок;

**$S_X$** і **$S_Y$** – оцінки стандартів обох вибірок.

При статистичній обробці даних в середовищі табличного процесора EXCEL коефіцієнт кореляції зручно обчислювати з використанням функції КОРРЕЛ (масив_X; масив_Y).

**За значенням коефіцієнта кореляції можна судити про наявність і характер зв'язку між випадковими величинами.**

Коефіцієнт кореляції незалежних випадкових величин, зображених на рис. 6.1 а, наближається до нуля.

Відмінність коефіцієнта кореляції від нуля свідчить про наявність зв'язку між випадковими величинами, а його близькість за модулем до одиниці – про близькість цього зв'язку до лінійного функціонального.

При **$R_{XY}$>0** (рис. 6.1 б) збільшення величини **X** викликає зростання **Y**, а при **$R_{XY}$<0** (рис. 6.1 в), навпаки, більшим значенням **X** відповідають менші **Y**.

Якщо між проаналізованими величинами існує досить тісний зв'язок (при значеннях коефіцієнта кореляції $|R_{XY}|>0{,}7$), залежність між ними можна описати **рівнянням лінійної регресії** виду

$$\mathbf{Y = A + B \times X}\ . \qquad (6.11)$$

Параметри **A, B** апроксимуючої лінійної функції (6.11) визначаються методом найменших квадратів, який забезпечує мінімум суми квадратів відхилень дослідних значень **Y** від апроксимуючої прямої (6.11).

Для цього їх обчислюють за формулами

$$\mathbf{A = R_{XY}\, S_Y / S_X}\ ; \qquad \mathbf{B = M_Y - A\, M_X}\ , \qquad (6.12)$$

усі позначення яких відповідають формулі (6.10).

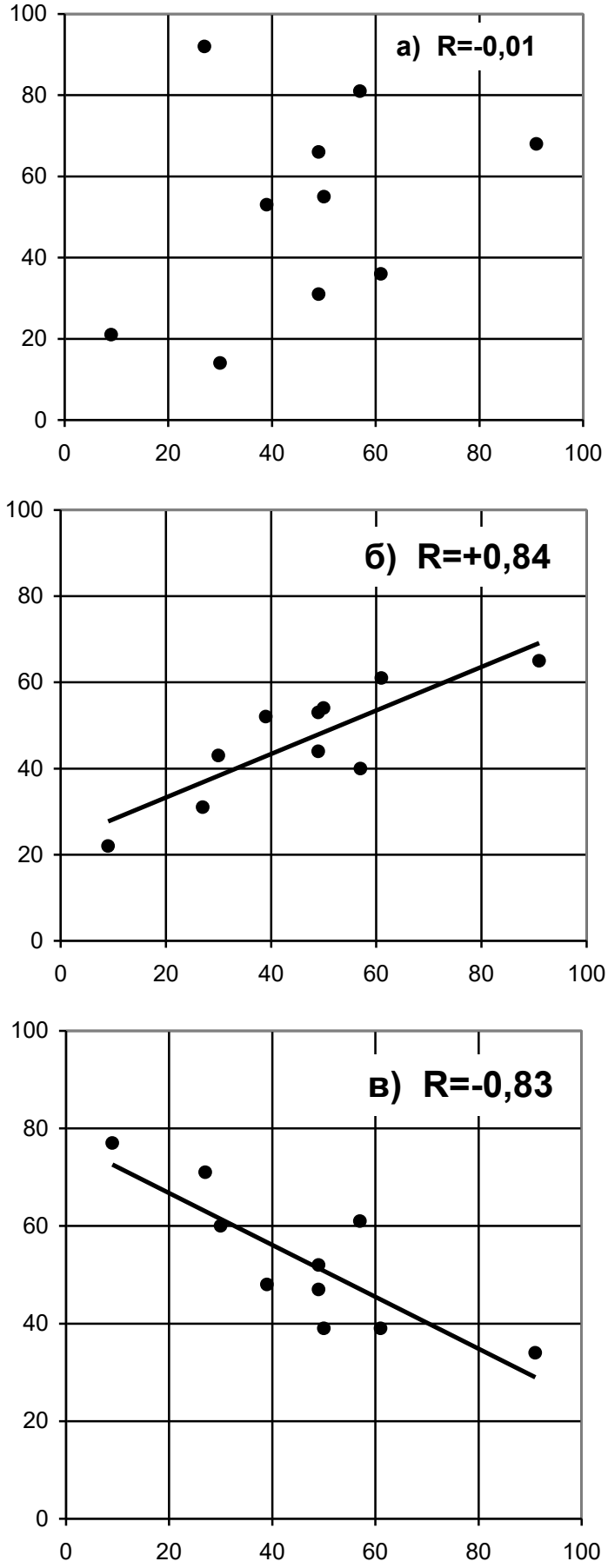



Рис. 6.1. Приклади залежностей між випадковими величинами

При використанні табличного процесора EXCEL параметри лінійного рівняння регресії (6.11) можна безпосередньо обчислити за формулами (6.12) або отримати на побудованій діаграмі типу «точкова», виконавши команду «вставити лінію тренду».

З рис. 6.1 б і 6.1 в видно, що апроксимуючі прямі (6.11) описують дослідні залежності «у середньому».

Реальні дослідні значення **Y** випадковим чином відхиляються від апроксимуючої прямої.

Величина розкиду зменшується до нуля при зростанні модуля коефіцієнта кореляції до одиниці, що відповідає перетворенню стохастичної залежності в функціональну.

**Залежності між властивостями об'єктів дослідження, отримані шляхом парних експериментів, можуть мати нелінійний характер**.

Апроксимація таких залежностей виконується методом найменших квадратів із використанням різноманітних аналітичних функцій.

При виборі виду апроксимуючої функції слід ураховувати точність апроксимації, асимптотичну поведінку та зручність подальшого використання апроксимуючої функції.

Досить універсальною та зручною для використання функцією, яка часто вживається для апроксимації різних залежностей, є алгебраїчний поліном виду

$$\mathbf{Y = A_0 + A_1X + A_2X^2 + ... + A_KX^K} \ . \qquad (6.13)$$

Значна кількість екстремумів (на одиницю менша від ступеня полінома **K**) зумовлює гнучкість отриманої кривої; тому на практиці рідко доводиться використовувати поліноми вище від 5 – 6 ступеня.

Підбір параметрів $\mathbf{A_0 \ldots A_K}$ полінома (6.13) реалізовано в багатьох прикладних програмах, у тому числі в текстовому процесорі EXCEL за допомогою операції «вставити лінію тренду» в побудованій діаграмі типу «точкова».

Основним недоліком алгебраїчного полінома є непередбачуваність його асимптотичної поведінки, що не дозволяє використовувати функцію (6.13) поза межами області зміни дослідних точок, використаних для апроксимації.

У практиці апроксимації емпіричних нелінійних залежностей часто використовується сімейство двохпараметричних функцій, які шляхом певних перетворень приводяться до лінійних.

Ці функції мають прості аналітичні вирази та цілком визначену асимптотичну поведінку і дозволяють описувати залежності різноманітного характеру, що й робить їх зручними для практичного використання.

Деякі з добре апробованих функцій нелінійних емпіричних залежностей наведено в табл. 6.1.

Таблиця 6.1

**Типові функції нелінійних емпіричних залежностей**

| Функції | | Обмеження області визначення | Лінеаризуючі перетворення | | Зворотні перетворення параметрів | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | $Y = A + B/X$ | $X \neq 0$ | $x = 1/X$ | $y = Y$ | $A = a$ | $B = b$ |
| 2 | $Y = X/(A + B\,X)$ | $Y \neq 0$ | $x = X$ | $y = X/Y$ | $A = a$ | $B = b$ |
| 3 | $Y = A\,e^{B\,X}$ | $Y > 0$ | $x = X$ | $y = \ln(Y)$ | $A = e^{a}$ | $B = b$ |
| 4 | $Y = A + B\ln(X)$ | $X > 0$ | $x = \ln(X)$ | $y = Y$ | $A = a$ | $B = b$ |
| 5 | $Y = A\,X^{B}$ | $X > 0;\ Y > 0$ | $x = \ln(X)$ | $y = \ln(Y)$ | $A = e^{a}$ | $B = b$ |
| 6 | $Y = A + B\,X^{K}$ | $X > 0$ при $K < 1$ | $x = X^{K}$ | $y = Y$ | $A = a$ | $B = b$ |

Перетворюючи дослідні значення X і Y за наведеними в табл. 6.1 формулами, вказані функції можна привести до лінійного виду $y = a + b\,x$, аналогічного (6.11).

Лінійність перетвореного графіка свідчить про вдалий вибір виду апроксимуючої функції.

Параметри **a, b** перетвореної лінеаризованої функції обчислюються за формулами (6.12), як це робиться у випадку лінійної регресії (6.11).

Параметри **A, B** нелінійної апроксимуючої функції обчислюються шляхом зворотного перетворення параметрів, наведеного в останніх колонках тієї ж таблиці.

Більшість вказаних нелінійних апроксимацій функцій можна підібрати з використанням табличного процесора EXCEL, виконавши команду «вставити лінію тренду» на побудованій діаграмі типу «точкова».

Для апроксимації нелінійних залежностей можна також використовувати функції довільного виду, обраного на основі аналізу особливостей поведінки дослідженого явища.

Параметри таких функцій обчислюються згідно з методом найменших квадратів шляхом чисельної мінімізації суми квадратів відхилень дослідних точок від апроксимуючої функції.

При використанні табличного процесора EXCEL слід реалізувати обчислення квадратів відхилень та їх суми при початкових значеннях параметрів, заданих в певних комірках електронної таблиці, а потім скористатися пунктом «пошук рішення» меню «сервис».

Таким же способом апроксимуються залежності однієї змінної від **K** аргументів: $Y = f(X_1, X_2, \ldots X_K)$.

Вид апроксимуючої функції обирається на основі досвіду та аналізу досліджуваного явища, а її параметри обчислюються шляхом мінімізації суми квадратів відхилень від дослідних точок.

## ЛЕКЦІЯ 7
## Основні терміни та поняття інформаційного забезпечення науково-дослідницького процесу. Типи наукових документів, сфера їхнього створення та використання. Інформаційні аспекти наукового дослідження. Інформаційне забезпечення науково-дослідницького процесу

Тему, мету та завдання науково-дослідницької роботи (дисертації, магістерської роботи, науково-технічного звіту і т. ін.) формулюють на базі аналізу наукових досягнень і практичного досвіду у вибраній галузі науки, техніки й технології.

**Результати наукових досліджень звичайно публікують у наступних джерелах**:

- нормативні документи (стандарти, норми проектування, посібники до них, тощо);
- довідники, підручники, навчальні посібники;
- монографії й брошури;
- дисертації та автореферати дисертацій;
- статті в журналах і збірниках наукових праць;
- збірники праць, матеріалів і тез наукових конференцій і семінарів;
- реферативні бібліографічні видання, інформаційні листки;
- усна інформація на наукових конференціях, симпозіумах, семінарах;
- Інтернет.

**Пошук необхідної інформації** раціонально вести такими способами:

- за допомогою автоматизованих пошукових систем (Інтернет і деякі інформатизовані бібліотеки);
- пошук за каталогами в бібліотеці (алфавітний, систематичний, предметний, журнальних статей, перекладів);
- ретроспективний пошук за посиланнями в літературних джерелах на інші, більш ранні джерела;
- ознайомлення з журналами, збірниками статей, праць і тез конференцій на близьку тематику;
- систематичний перегляд періодичних та бібліографічних видань.

У процесі роботи з літературою слід вести картотеку всіх вивчених джерел з їх повними бібліографічними даними, короткими анотаціями і замітками щодо змісту.

Джерела, які не містять корисної інформації, варто включити до картотеки, зробивши замітки про їх зміст. Це дозволить у майбутньому не повертатися до їх вивчення, а також полегшить пошук інформації із суміжних питань.

Джерела, що містять корисну інформацію, конспектують, частково або повністю копіюють. Слід також систематизувати інформацію за темами, що спростить її аналіз та узагальнення.

При узагальненні даних літератури важливо не просто викласти зміст вивчених публікацій, але й проаналізувати їх з точки зору корисності для розроблення обраної теми, можливостей використання результатів у власних дослідженнях.

Об'єктивний порівняльний аналіз дасть змогу не лише оцінити вклад попередників у розроблення вибраного наукового напряму, але й збудувати свого роду «стартовий майданчик» для початку власних досліджень. Аналіз літератури завершується написанням тексту аналізу літературних джерел, який звичайно стає першим розділом науково-дослідницької роботи (дисертації, магістерської роботи, науково-технічного звіту і т. ін.).

Наукові публікації готуються і видаються з метою інформування про роботу, підтвердження пріоритету, обговорення ідей та результатів досліджень. Незважаючи на різний обсяг (від тез доповіді на 1 – 2 сторінках до монографії обсягом у декілька сотень сторінок), структура, стиль та оформлення наукових публікацій загалом залишаються близькими до структури науково-технічного звіту.

Дамо коротку характеристику основних видів наукових публікацій.

**Тези** мають обсяг 1 – 3 сторінки, на яких можна коротко передати зміст доповіді на науковій конференції, викласти певне вузьке питання, повідомити про характер виконаних чи розпочатих досліджень і таким чином відмітити свій пріоритет у розв'язанні даної наукової проблеми.

Тези звичайно пишуться «телеграфним» стилем, без ілюстрацій та списку літератури.

**Стаття** в науковому журналі чи збірнику має обсяг 3 – 10 сторінок і звичайно присвячується детальному висвітленню конкретного питання, але публікуються також статті оглядового характеру.

Згідно з вимогами ВАК України, наукова стаття повинна містити наступні компоненти: постановка проблеми та її зв'язок з науковими чи практичними завданнями, аналіз останніх досліджень і публікацій, формулювання мети й завдань, виклад методики і результатів дослідження з їх обґрунтуванням, висновки та перспективи подальших досліджень.

Виклад матеріалу ілюструється формулами, таблицями й рисунками, у кінці статті наводиться список використаних джерел.

**Монографія** має обсяг у декілька сотень сторінок, на яких викладається широке коло наукових питань з оглядом літератури, описом методики виконаних досліджень, наведенням фактичних даних та їх детальним аналізом, обґрунтуванням наукових тверджень і висновків.

Текст монографії складається з розділів та підрозділів, містить формули, таблиці й ілюстрації, додатки з фактичними даними тощо.

**Брошура** звичайно має обсяг у межах 48 сторінок, а її структура й оформлення аналогічні монографії.

**Стиль** наукових публікацій звичайно відповідає інформативно-доказовому стилю написання наукового звіту, хоча може бути лаконічнішим.

Зверніть увагу, що довідники, навчальні посібники та підручники не слід вважати чисто науковими виданнями, а тому вони пишуться в дещо іншому стилі. У цих виданнях на перший план виходить інформативність і послідовність викладення матеріалу.

Наукові публікації усіх типів можуть бути одноосібними або написаними колективом авторів.

За необхідності у вступі чи в змісті монографії вказують конкретні автори, які написали ті чи інші розділи.

Наукові публікації **оформляють** за викладеними у попередньому питанні загальними правилами, але з метою забезпечення стилістичної єдності редакційні колегії журналів та збірників звичайно уточнюють ці правила (шрифти, форматування тексту, оформлення ілюстрацій тощо).

Поряд із друкованим текстом редакції звичайно вимагають надавати електронні варіанти публікацій, що забезпечує можливість комп’ютерного редагування і верстки й значною мірою прискорює видання.

# ЛЕКЦІЯ 8
## Загальні вимоги та правила оформлення наукових робіт. Рецензування науково-дослідних робіт

Виконання наукової роботи завершується оформленням одержаних результатів у вигляді науково-технічного звіту, дисертації, магістерської роботи, наукової публікації чи нормативно-технічного документа (стандарти, норми проектування, посібники до норм, рекомендації тощо) і т. ін.

Всі ці документи оформляються за досить близькими правилами, встановленими ДСТУ 3008-95 Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення, а також в «Основних вимогах до дисертацій та авторефератів дисертацій».

Науково-технічний звіт (магістерська робота, дисертація, тощо) повинен давати повне уявлення про завдання, передумови, методику і результати виконаних досліджень.

Викладення матеріалу має бути логічно збудованим, інформативним, стислим та легким для сприйняття.

Звіт складається з наступних **структурних частин**:

- **зміст;**
- **анотація;**
- **вступ;**
- **розділи й підрозділи (параграфи чи пункти й підпункти);**
- **висновки;**
- **список використаних джерел;**
- **додатки.**

Текст кожного розділу, додатка та інших структурних частин пояснювальної записки починається з нової сторінки; тексти підрозділів розміщуються один за одним на поточній сторінці.

Текст звіту (магістерськорї роботи, дисертації, тощо) друкується на одній стороні аркуша білого паперу формату А4 зі стандартними розмірами полів і за необхідності переплітається.

Як правило, для оформлення звітів використовуються персональні комп’ютери з текстовими та табличними процесорами і графічними програмами, які дозволяють акуратно оформити текст з таблицями, формулами й ілюстраціями.

**Нумерація**. Сторінки, розділи, підрозділи, рисунки, таблиці та формули нумеруються арабськими цифрами.

Номери розділів основної частини тексту проставляються після слова «Розділ» (наприклад, Розділ 1), після чого з нового рядка друкують заголовок розділу.

Підрозділи (параграфи чи пункти) нумерують у межах кожного розділу. Номер підрозділу (параграфу чи пункту) складається з номера розділу й порядкового номера підрозділу (параграфу чи пункту), між якими ставлять крапку, наприклад 1.2. Після номера підрозділу в тому ж рядку друкується його заголовок.

Між назвою розділу (параграфу чи пункту) та текстом залишають дві чисті строки.

Номер підпункту складається з номеру розділу, пункту та власне й підпункту, наприклад 1.2.2.

Між назвою підпункту та текстом чистих строк не залишають.

Додатки позначають літерами українського алфавіту, наприклад: «Додаток А». Кожен додаток розпочинається з нової сторінки й повинен мати заголовок.

Такі структурні частини пояснювальної записки, як зміст, вступ, висновки, список використаних джерел, порядкового номера не мають.

Таблиці, ілюстрації та формули нумерують у межах розділу чи додатка. Кожний номер складається з номера розділу чи букви додатка та номера таблиці, рисунка чи формули, між якими ставиться крапка.

При посиланнях у тексті роботи номери таблиць указують після слова «таблиця»; номери рисунків – після слова «рисунок».

Номери формул подаються в круглих дужках.

Наприклад:

Таблиця 2.3;

Рисунок 2.3;

формула (2.3), –

відповідно третя таблиця розділу 2 третій рисунок розділу 2, третя формула розділу 2.

Аналогічно для додатків:

Таблиця Б.2;

формула (Б.3), –

друга таблиця й третя формула додатка Б.

**Окрім номера, кожен рисунок і таблиця повинні мати назву, яка розкриває їх зміст.**

**Таблиці** використовуються для подання та систематизації цифрових і текстових даних.

Таблиці слід будувати так, щоб вони полегшували пошук та порівняльний аналіз наведених даних, підтверджували закономірності й міркування, висловлені в тексті роботи.

Верхня частина (головка) таблиці містить заголовки граф, які повинні бути змістовними і лаконічними.

Кожна таблиця повинна мати назву, яку друкують над нею симетрично до тексту.

Номер таблиці друкується над її назвою з правого боку сторінки.

Кожна таблиця обов'язково повинна згадуватися в тексті звіту. Це може бути просте посилання типу «Результати випробувань наведені в таблиці 3.2» або ґрунтовний аналіз даних таблиці, який займає декілька абзаців тексту.

**Ілюстрації** використовують для роз'яснення методики досліджень, наочного відображення виявлених закономірностей, стислого подання інформації якісного характеру, обґрунтування достовірності результатів досліджень.

Ілюстраціями можуть бути: графіки залежностей, діаграми, гістограми, номограми, креслення, схеми, ескізи, фотографії тощо.

Під кожною ілюстрацією робиться підпис, який містить слово «Рис.», порядковий номер, змістову назву ілюстрації, експлікацію (легенду) з поясненням деталей.

Кожна ілюстрація повинна відповідати логіці викладу матеріалу, згадуватися й аналізуватися в тексті звіту.

Посилання на ілюстрації дають у вигляді виразів типу: «На рисунку 2.3 показано...».

Ілюстрації звичайно розміщуються безпосередньо після тексту, де вони згадані вперше, чи на наступній сторінці.

**Формули** описують математичні залежності, хімічні реакції, тощо.

Формула розміщується в окремому рядку, в кінці якого впритул до правого поля сторінки ставиться номер у круглих дужках.

Формули нумерують у межах кожного розділу з метою посилання на них у тексті роботи.

Для економії місця кілька коротких, близьких за змістом формул можна подати в одному рядку під спільним номером.

Безпосередньо під формулою, надрукованою в окремому рядку, подаються пояснення значень символів і числових коефіцієнтів у тій послідовності, в якій вони зустрічаються у формулі.

Значення кожного символу та числового коефіцієнта подаються з нового рядка, а перший рядок починається зі слова «де» без двокрапки.

Пояснення всіх чи окремих символів можна також безпосередньо включити в текст перед формулою.

У кінці формул і в тексті перед ними ставлять розділові знаки відповідно до правил пунктуації, вважаючи формулу елементом речення.

**Примітки** можуть містити довідки й пояснення до таблиць чи тексту і розміщуються відповідно під таблицею чи під текстом, внизу сторінки.

Декілька приміток нумерують послідовно в межах однієї сторінки. Тексти приміток можна виділяти шрифтом, наприклад, курсивом.

**Посилання** на таблиці, ілюстрації, формули в тексті звіту робляться за їх порядковими номерами, наприклад: «...у таблиці 3.2»; «... на рисунку 2.3», «... у формулі (2.1)».

Посилання на літературні джерела роблять за порядковим номером у списку використаних джерел, виділеним квадратними дужками, наприклад: «... у працях [22]; [34–37]...».

При використанні даних із джерел, які мають велику кількість сторінок, бажано вказати номер сторінки, таблиці, ілюстрації чи формули даного джерела, наприклад:

«... у таблиці 6.4 монографії [33]»;

«... за формулою (4.6) з [33]».

**Цитати** можна наводити з метою детального аналізу друкованої праці.

Цитований текст наводиться в лапках і відтворюється точно за оригіналом.

Пропуск частини авторського тексту допускається, якщо це не спотворює змісту цитати, і позначається трьома крапками, які ставляться на початку, в середині чи в кінці цитати.

Кожна цитата обов'язково супроводжується посиланням на джерело, наприклад: «... як стверджує автор [28],» «текст цитати».

**Список використаних джерел** служить для посилання на авторів і джерела, з яких запозичена та інша інформація.

Бібліографічні описи джерел складають відповідно до чинних стандартів із бібліотечної й видавничої справи та найчастіше розміщують в алфавітному порядку прізвищ перших авторів і назв робіт.

При цьому, зазвичай, у списку використаних джерел спершу подають роботи, видані українською чи російською мовами, а потім англійською мовою.

Однак, можливо складати список використаних джерел і в тій послідовності, в якій на ці джерела вперше зроблено посилання в тексті дисертації (магістерської роботи, науково-технічного звіту, тощо).

До речі, на всі джерела, що містяться у списку використаних джерел, повинні бути посилання у тексті роботи.

Розглянемо кілька характерних прикладів бібліографічного опису літературних джерел, виданих українською чи російською мовами:

- **Норми:**

ДСТУ Б В.2.1-4-96. Ґрунти. Методи лабораторного визначення характеристик міцності і деформованості / Державний комітет України у справах містобудування та архітектури. – К.: МНТКС, 1997. – 101 с.

РД 39-00147001-773-2004 Методика контроля параметров буровых растворов. ОАО «НПО «Бурение». – Краснодар, 2004. – 136 с.

СТО 7.07-2010 Методика определения технологических параметров буровых растворов. ООО «Башнефть-Геопроект. – Уфа, 2010. – 126 с.

ТР 31174865.001:2016. Технологічний регламент на буріння похило-скерованих і горизонтальних свердловин. – Полтава: ТОВ «НТП «Бурова техніка». – 2016. – 67 с.

- **Книга (монографія):**

*Один автор*

Бойко В.С. Підземний ремонт свердловин / В.С. Бойко. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2009. – 587 с.

Вадецкий О.В. Бурение нефтяных и газових скважин / О.В. Вадецкий. – М.: «Недра», 2003 – 352 с.

Иванов М.К. Петрофизические методы исследования кернового материала / М.К. Иванов. – Изд-во МГУ, 2008. – 325 с.

*Два чи три автора*

Булатов А.И. Техника и технология бурения нефтяных и газовых скважин / А.И. Булатов, Ю.М. Проселков, С.А. Шаманов. – М.: Недра, 2003. – 1007 с.

Карп І.М. Стан і перспективи розвитку нафтогазового комплексу України / І.М. Карп, Д.О. Єгер, Ю.С. Зарубін. – К.: «Наукова думка», 2006. – 309 с.

Рудий М.І. Кислотне діяння на нафтогазовий пласт: у 2 кн. / М.І. Рудий, С.М. Рудий, С.В. Наслєдніков. – Івано-Франківськ: «Галицька друкарня плюс». – Кн.1. – 2011. – 482 с.; Кн.2. – 2011. – 576 с.

*Чотири та більше авторів*

Анализ научных и практических решений заканчивания скважин / С.А. Иванов, А.И. Булатов, В.А. Любимцев, Р.С. Яремийчук. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр». 2004. – 334 с.

Інтенсифікація припливу вуглеводнів у свердловину / Кочмар Ю.Д., Світлицький В.М., Синюк Б.Б., Яремійчук Р.С. – Львів: «Центр Європи», 2005. – 414 с.

Технологія і техніка буріння / В.С. Войтенко, В.Г. Вітрик, Р.С. Яремійчук, Я.С. Яремійчук. – Львів: Центр Європи, 2012. – 708 с.

- **Книга (підручник, посібник, конспект лекцій, енциклопедія, довідник і т. ін.):**

*Один автор*

Колісніченко Е.В. Бурові промивальні рідини: конспект лекцій / Е.В. Колісніченко. – Суми: СумДУ, 2013. – 76 с.

Рязанов Я.А. Энциклопедия по буровым растворам / Я.А. Рязанов. – Оренбург: Летопись, 2005. – 664 с.

*Два чи три автора*

Коцкулич Я.С. Закінчування свердловин: підручник / Я.С.Коцкулич, О.В. Тищенко. – К.: Інтерпрес ЛТД, 2009. – 366 с.

Уляшева Н.М. Физико-химические основы регулирования свойств буровых растворов: Метод. указания по выполнению лабораторных работ по направлению 130500 Нефтегазовое дело / Н.М. Уляшева, М.А. Михеев, В.В. Дурки. – Ухта: УГТУ, 2011. – 42 с.

Шарафутдинов З.З. Буровые и тампонажные растворы. Теория и практика: справочник / З.З. Шарафутдинов, Ф.А. Чегодаев, Р.З. Шарафутдинова. – СПб.: ПроФЄВсионал, 2007. – 416 с.

*Чотири та більше авторів*

Заканчивание скважин: учеб. пособ. для вузов / В.П. Овчинников, Н.А. Аксенова, Ф.А. Агзамов, О.В. Нагарев. – Тюмень: ТГНГУ, 2011. – 452 с.

Современные составы буровых промывочных жидкостей: пособие / В.П. Овчинников, Н.А. Аксенова, Т.В. Грошева, О.В. Рожкова. – Тюмень: ТГНГУ, 2013. – 156 с.

- **Стаття в журналі:**

*Один автор*

Иванников В.И. Аномальные давления в коллекторах нефти и газа / В.И. Иванников // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2005. – №12. – С. 24 – 27.

Серженьга О.В. Вплив фільтрату бурового розчину та характеру насичення пластів на зміну параметрів зони проникнення / О.В. Серженьга // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2004. – № 4. – С. 40 – 47.

*Два чи три автора*

Бейзик О.С. Буровий розчин для якісного розкриття продуктивних горизонтів / О.С. Бейзик, М.І. Оринчак // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2009. – №1(30). – С. 88 – 92.

Гошовський С.В. Ефективність сучасних технологій вторинного розкриття продуктивних горизонтів і шляхи її підвищення / С.В. Гошовський, Ю.І. Войтенко, П.О. Сорокін // Нафтова і газова промисловість. – 2013. – №2. – С. 12 – 15.

Світлицький В.М. Сучасні проблеми розкриття та збереження продуктивних характеристик пластів / В.М. Світлицький, О.О. Іванків, Є.В. Вішнікін // Нафтова і газова промисловість. – 2006. – №6. – С. 16 – 18.

*Чотири та більше авторів*

До оцінки первинного розкриття продуктивних горизонтів на родовищах України / М.А. Мислюк, І.М. Ковбасюк, В.М. Стасенко, М.В. Гунда // Нафтова і газова промисловість. – 2005. – №6. – С. 17 – 19.

До питання визначення відкритої пористості порід за допомогою газоволюметричного методу / М.Ю. Нестеренко, Я.А. Пилип, В.В. Іванов, Ю.М. Віхоть // Нафтова і газова промисловість. – 2011. – №2. – С. 17 – 20.

- **Стаття в збірнику наукових праць чи матеріалів конференцій:**

*Один автор*

Рябоконь С.А. Жидкости глушения для ремонта скважин и их влияние на коллекторские свойства пласта // Серия: Нефтепромысловое дело. – М.: ВНИИЭгазпром, 1985. Вып.13. – С. 8 – 25.

*Два чи три автор*

Андрусяк А.М. Удосконалення рецептур інгібованих бурових промивальних рідин для розкриття продуктивних пластів / А.М. Андрусяк, Є.Я. Коцкулич // Матер. Міжнар. наук.-техн. конф. «Нафтогазова енергетика». – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2013. – С. 519 – 521.

Григорян Н.Г. Эффективность вскрытия пластов стреляющими перфораторами на больших глубинах // Н.Г. Григорян, И.Н. Гайворонский, Н.С. Чихладзеидр // Тр. VI научно-техн. геофизической конф. – М.: Недра, 1970. – С. 16 – 19.

*Чотири та більше авторів*

Новітні методи розкриття та освоєння пластів з аномально низькими пластовими тисками / О.О.Іванків, В.М.Світлицький, М.М. Яворський, А.А.Писаренко // Науковий вісник ІФНТУНГ. – 2007. – №2(16). – С. 48 – 53.

- **Автореферат дисертації:**

Богославець В.В. Вибір оптимальних рецептур бурових розчинів для розкриття нафтових пластів: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.15.10 «Буріння свердловин» / В.В. Богославець. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2014. – 19 с.

- **Дисертація:**

Зезекало И.Г. Химико-технологические проблемы повышения надежности добычи углеводородов путем применения аммиака и его производных: Дис… докт. техн. наук: 05.15.06 / И.Г. Зезекало. – К., 1996. – 353 с.

Клеттер В.Ю. Совершенствование буровых растворов для строительства скважин на акватории шельфа: дисс. ... канд. техн. наук: 25.00.15 / В.Ю. Клеттер. – Уфа, 2010. – 149 с.

- **Патент на винахід чи на корисну модель:**

Патент на корис. модель 102206 U Україна, МПК E21B 43/00, C09K 8/02. Спосіб первинного розкриття продуктивних пластів з низьким пластовим тиском / Оринчак М.І., Чудик І.І., Бейзик О.С., Кирчей О.І.; заявник і патентовласник Івано-Франків. нац. техн. ун-т нафти і газу. - № 201502603 ; заявлено 23.03.15 ; опубл. 26.10.15, Бюл. № 20. – 3 с.

Патент № 20552А Україна, МКВ E21B 43/27. Спосіб кислотної обробки продуктивних пластів / заявник підприємство «Полтаванафтогаз» ВАТ «Укрнафта»: Рудий М.І., Манюк С.В., Козак К.Г., Кукуєв А.Г. – № 96010229: заявл. 19.01.96; опубл. 15.07.97.

- **Электронний ресурс:**

Бакулін Є.М. Екологічні аспекти виробництва та застосування змащувальних добавок до бурових рідин [Электр. ресурс] / Є.М. Бакулін // Науковий вісник ІФНТУНГ: Нафтогазова інженерія. – 2013. Вип. 1 – 69 с. Режим доступу до журн.: https://core.ac.uk/download/pdf/73907599.pdf.

Вдовиченко А.І. Сучасні вітчизняні емульсони для обробки бурових промивних рідин [Электр. ресурс] / А.І. Вдовиченко, І.І. Мартиненко, М.П. Єрмаков // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения. Вип. 21 – 82 с. Режим доступу до журн.: http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/144404/12-Vdovychenko.pdf?sequence=1.

Кунцяк Я.В. Експериментальні та промислові дослідження і прогнозування стійкості стовбурів горизонтальних свердловин у нестійких породах [Электр. ресурс] / Я.В. Кунцяк, Р.Я. Кунцяк // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ: Дослідження та методи аналізу. – 2011. – Вип. 1 – 62 с.

Петров Н.А. Смазочные добавки для буровых промывочных жидкостей Западной Сибири [Электронный ресурс] / Петров Н.А., Давыдова И.Н. // Нефтегазовое дело: Геология, геофизика, бурение. – 2014, т. 12, №2 – 54 с. Режим доступу до журн.: HTTP://NGDELO.RU/FILES/OLD_NGDELO/2014/2/NGDELO-2-2014-P54-63.PDF

Оформлення літературних джерел, виданих англійською мовою, в цілому аналогічне оформленню літературних джерел, виданих українською чи російською мовами.

Розглянемо кілька характерних прикладів бібліографічного опису літературних джерел, виданих англійською мовою.

- **Книга (монографія):**

Briaud J.-L. Geotechnical Engineering: Unsaturated and Saturated Soils / J.-L. Briaud. Wiley. – 2013. – 1024 p.

Manjriker A. Foundation Engineering / A. Manjriker, I. Gunarante. – New York: Taylor and Francis, 2006. – 608 p.

- **Стаття в журналі:**

Churcher P.L. Properly designed underbalanced drilling fluids can limit formation damage / P.L. Churcher // Oil and Gas J. – 1996, Vol. 94, №18. – P. 50 – 56.

- **Стаття в збірнику наукових праць чи матеріалів конференцій:**

Chau K. Numerical Methods / K. Chau // Proc. of the 18th Intern. Conf. on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. – Paris. – 2013. – P. 647 – 654.

Dmytrenko V. Selection of effective corrosion inhibitors for bischofite solutions and simulated medium of formation waters / V. Dmytrenko, Yu. Vynnykov, I. Zezekalo // E3S Web of Conferences. Vol. 166, 06005 (2020). The Intern. Conf. on Sustainable Futures: Environmental, Technological, Social and Economic Matters (ICSF 2020). doi: https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016606005.

The development of potassium cellulosic polymers and their contribution to the inhibition of hydratable clays / S. Palumbo, D. Giacco, M. Ferrari, P. Pirovano // SPE JADC Drilling conf. – 1989. III. – №18477. – P. 149 – 152.

**Додатки** науково-технічного звіту (дисертації, магістерської роботи) призначені для розміщення допоміжних матеріалів, які можуть утруднити читання тексту звіту, але необхідні для детального вивчення результатів досліджень.

У додатках, зазвичай, наводять:

- проміжні математичні доведення, формули і розрахунки;
- описи розроблених алгоритмів і компьютерних програм;
- таблиці допоміжних цифрових чи інших даних;
- масові однотипні ілюстрації допоміжного характеру;
- відокремлені документи, рекомендовані для впровадження (інструкції, методики, технічні умови, технологічні карти);
- протоколи випробувань, акти та довідки про впровадження результатів досліджень і т. ін.;
- довідки про апробацію результатів досліджень, сертифікати участі в конференціях і т. ін.

Текст додатка оформляють таким же чином, як і текст розділу пояснювальної записки, але номери таблиць, рисунків та формул розпочинаються не з цифри – номера розділу, а з букви, що позначає додаток.

**Рецензія** – це публікація, в якій обговорюється та оцінюється літературний чи науковий твір.

Стосовно рецензії на дисертацію чи магістерську роботу, то в ній, зазвичай, повинні міститись наступні складові:

- Актуальність теми;
- Ступінь обґрунтування наукових положень, висновків і рекомендацій;
- Достовірність і наукова новизна проведених досліджень;
- Повнота відображень основних положень дисертації у виданих роботах;
- Ідентичність автореферату основним положенням дисертації (цей пункт – лише для рецензій на дисертації);
- Аналіз змісту дисертації (магістерської роботи);
- Зауваження та запитання по роботі;
- Загальна оцінка роботи.

# ЛЕКЦІЯ 9
## Особливості творчої праці дослідника. Основи наукової організації дослідницького процесу

Наукова діяльність є колективною працею, пов'язаною з питаннями престижу, пріоритету, прав інтелектуальної власності, а тому етичні проблеми набувають великого значення.

**Головні етичні принципи наукової діяльності** полягають у наступному:

- об'єктивний підхід до проведення досліджень і висвітлення результатів, точність й повнота їх подання, підтвердження нових положень результатами експериментальних чи теоретичних досліджень, доказовість висновків;
- повага до думки й наукових результатів колег, глибоке вивчення та об'єктивний аналіз праць попередників, об'єктивна оцінка наукових положень і результатів незалежно від їх авторства;
- посилання на праці колег, використані ідеї та результати, використання експериментальних даних із дозволу автора, недопустимість плагіату;
- принциповість у відстоюванні власних наукових поглядів і визнання їх помилковості, якщо це науково доведено;
- чітка самооцінка власної ролі в колективних роботах, відносин між співавторами, керівником і виконавцями.

**Права інтелектуальної власності на наукові результати і розроблення** регламентуються законодавством України та інших країн світу. Серед законів України, що регулюють сферу інтелектуальної власності доцільно виділити наступні:

- **Про власність**. Задекларовані поняття інтелектуальної власності, визначені суб'єкти (громадяни, юридичні особи, держава) та об'єкти (результати науково-дослідницьких робіт, твори науки, літератури, мистецтва, винаходи).
- **Про авторське право і суміжні права**. Автор – фізична особа, творчою працею якої створено твір. Визначені поняття майнових і особистих прав, поняття суміжних прав, можливість правонаступництва й відчуження, пояснені інші терміни. Майнові права діють 50 років після смерті останнього співавтора, особисті – довічно. Наведені переліки творів, що охороняються (твори науки, літератури, мистецтва, архітектури, усні твори) і не охороняються законом. Установлені випадки можливого використання творів без згоди автора (одиничні примірники для особистого користування й без комерційної мети, новини, навчальний процес, цитати, ілюстрації).
- **Про охорону прав на винаходи і корисні моделі**. Винахід – результат творчої діяльності людини у будь-якій галузі технології; корисна

модель – практична реалізація винаходу. Визначені поняття об'єкта винаходу (продукт і спосіб), умови патентоспроможності (новизна, промислова придатність, винахідницький рівень). Законом охороняється формула винаходу (патент на 20 років для винаходу та на 5 років для корисної моделі), яка вважається використаною при реалізації всіх суттєвих ознак. Сформульовані права і порядок одержання патенту. Обумовлені випадки використання патенту, які не порушують права його власника (використовувалось до патентування, без комерційної мети, з науковою метою, за надзвичайних обставин).

- **Про охорону прав на промислові зразки**. Промисловий зразок – результат творчої діяльності людини у галузі художнього конструювання (дизайну). Об'єкт охорони – форма, малюнок, розфарбування, що визначають зовнішній вигляд промислового виробу і призначені для задоволення естетичних та ергономічних потреб. Подібно до винаходу видається патент на 10 років із правом продовження на 5 років.

**Про охорону прав на знаки для товарів і послуг**. Товарний знак – позначення, за яким товари й послуги одних осіб відрізняються від однорідних товарів і послуг інших осіб. Об'єктом охорони можуть бути словесні, зображувальні, об'ємні та інші позначення або їх комбінації, виконані у будь-якому кольорі чи поєднанні кольорів. Не підлягають охороні офіційні символи (герби, печатки, емблеми міжнародних установ), але їх можна включати до свого знака. Не охороняються також знаки без розрізняльної здатності, оманливі (спотворена назва фірми), загальновживані символи і терміни (у тому числі для даного виду товару чи послуги), з елементами реклами (вид, якість, ціна, місце продажу тощо). Видається свідоцтво на 10 років із можливістю подальшого продовження кожні 10 років.

**Творчістю** називають діяльність людини, що породжує дещо якісно нове і вирізняється неповторністю, оригінальністю й суспільно-історичною унікальністю.

Творчість є надзвичайно складним, неформалізованим процесом, який характеризується проявами інтуїції та евристики.

**Евристика** – прийняття рішень не за детермінованим алгоритмом, основаним на формальній логіці, а внаслідок осяяння, тобто раптового зрозуміння ситуації чи задачі.

**Інтуїція** – здатність приймати неформальні рішення на основі наявної інформації та попередньо набутого досвіду.

«Інтуїція – швидке рішення, яке потребує тривалої підготовки» (психолог Теплов).

«Інтуїція – нагорода за попередньо вкладену працю» (Альберт Ейнштейн).

Існує цілий ряд оцінок творчості: від мистецтва до науки чи навіть ремесла. Насправді в творчості важливі як логіка, так і інтуїція.

Це, зокрема, добре помітно з характерних **етапів реалізації творчого процесу**:

- розуміння задачі (логіка та інтуїція);
- набір інформації і підготовка до рішення (логіка);
- виношування ідеї (підсвідомість);
- осяяння та прийняття евристичного рішення (інтуїція);
- перевірка й підтвердження ідеї, остаточне опрацювання рішення (логіка).

За даними літератури сформульовано орієнтовний перелік **рис характеру, які започатковують творчі здібності, формують творчу особистість**:

- здатність побачити проблему;
- широта мислення, здатність до узагальнення суміжних проблем і заміни групи понять одним, цілісність сприйняття;
- здатність переносити досвід, будувати асоціації, бачити аналогії, пов'язувати попередній досвід із новими проблемами;
- гнучкість мислення, легкість переходу до нових понять і проблем;
- легкість генерування ідей;
- спосіб кодування та сприйняття інформації;
- готовність пам'яті запам'ятати й вчасно згадати інформацію;
- здатність до передбачення;
- здатність до формулювання;
- здатність до оцінки;
- здатність до опрацювання деталей;
- зосередженість, настійливість, працездатність.

Оскільки всі ці риси навряд чи можуть бути притаманні одній людині, наукова робота часто ведеться творчими колективами, складеними з фахівців, які володіють різними наборами знань, умінь та рис характеру.

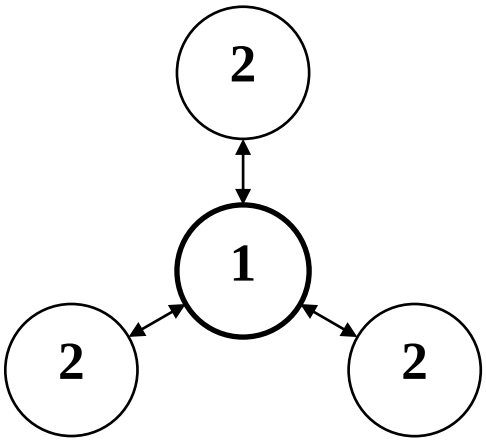
**Для забезпечення ефективної роботи творчого колективу слід дотримуватися основних принципів його організації**:

- адекватний розподіл ролей (керівник, генератор ідей, ерудит, опонент, виконавець) для розв’язання даної задачі силами певного колективу;
- відповідність формальної і фактичної ієрархії;
- фахова, психологічна й моральна сумісність працівників;
- наукова рівність, право на критику та на помилку;
- дисципліна й чітка організація співробітництва;
- безперервне оновлення, омолодження і розвиток колективу.

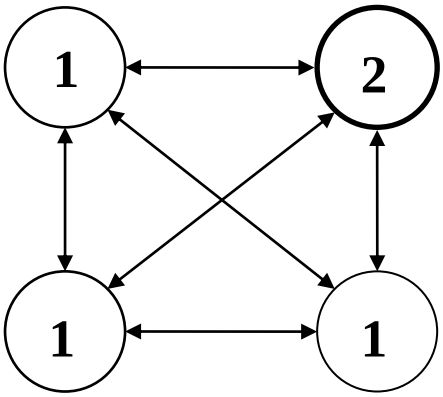
Залежно від поставленої задачі, фахового спрямування та відносин між членами творчого колективу, можуть реалізовуватися різні схеми службового спілкування і співробітництва: від повної замкнутості на керівника (рис. 9.1 а) до вільного спілкування (рис. 9.1 б).

Часто реалізуються проміжні варіанти, які можуть змінюватися в процесі роботи. Завдання керівника: подавати й оцінювати ідеї, організовувати, забезпечувати і стимулювати роботу.

При цьому важливо стимулювати самостійність, ініціативність та відповідальність у роботі, виховувати в підлеглих перелічені вище риси творчої особистості.




а




б

Рис. 9.1. Схеми організації взаємодії членів творчого колективу:
а – централізована взаємодія; б – вільне спілкування;
1 – керівник; 2 – працівники

**Евристика** – система знань про методологію та організацію творчого мислення. Деякі елементи евристики відомі з часів Сократа, який системою запитань і реплік наводив людей на їх власні рішення проблем (тепер це метод контрольних питань).

**<u>Евристичні методи пошуку рішень</u> можна розділити на: асоціативні, модифікаційні, узагальнено-алгоритмічні й методи систематичного пошуку**.

Досить повно ці методи описані в літературі. Нижче коротко викладена суть найвідоміших евристичних методів, які широко застосовуються при розв'язанні винахідницьких, науково-технічних та управлінських задач.

**Метод фокальних об'єктів** є асоціативним методом пошуку рішень, який реалізується в наступному порядку:

- вибирається фокальний об'єкт, який знаходиться у «фокусі» уваги дослідника, тобто предмет дослідження;
- вибираються 3–5 випадкових об'єктів, ніяк не пов'язаних із фокальним, та складаються переліки характерних ознак (властивостей) цих об'єктів;
- ознаки випадкових об'єктів приписуються фокальному об'єкту, отримані комбінації розвиваються на основі вільних асоціацій і аналізуються;
- отримані ідеї оцінюються експертами й із них вибираються корисні рішення поставленої чи суміжних науково-технічних задач.

**Метод мозкового штурму** також є асоціативним методом пошуку рішень, використання якого зводиться до таких процедур:

- формуються дві робочі групи: «генераторів ідей», які будуть брати участь у сесії мозкового штурму, та «експертів», котрі пізніше будуть оцінювати запропоновані варіанти рішення;
- сесія мозкового штурму (засідання групи «генераторів ідей») проводиться при обов'язковому додержанні двох принципів: запропоновані рішення не обговорюються і не критикуються, але їх можна розвивати й доповнювати;
- на початку сесії мозкового штурму керівник групи «генераторів ідей» ставить задачу, надає слово учасникам штурму та спрямовує обговорення, у процесі якого ведеться повний запис усіх виступів;
- після завершення сесії група «експертів» аналізує всі викладені пропозиції і відбирає найперспективніші ідеї для подальшого розроблення.

Завдяки невимушеній обстановці (відсутність критики) та оперативності (відсутність обговорення ідей) протягом сесії мозкового штурму тривалістю до години генеруються десятки нових ідей, частина яких може бути досить перспективною.

Наступного дня після проведення сесії мозкового штурму можна приймати письмові пропозиції щодо можливого рішення.

Досвід показує, що таких пропозицій небагато, але вони більш продумані й ефективні.

Завданням зворотного мозкового штурму є критика відомого рішення з метою його відбракування або підтвердження правомірності, пошуку недоліків та проблем, що можуть виникнути у процесі його реалізації.

**Метод морфологічного аналізу** належить до методів систематичного пошуку рішень і зводиться до виконання наступних операцій:

- вибирається об’єкт дослідження й формулюється задача;
- складається перелік морфологічних ознак (технічні характеристики, складові частини, параметри, умови виробництва та експлуатації об’єкта);
- складається перелік можливих значень кожної морфологічної ознаки;
- шляхом повного перебору всіх можливих комбінацій значень морфологічних ознак формується множина можливих рішень, кількість яких може бути досить великою (дорівнює добутку кількостей значень усіх ознак);
- визначається функціональна цінність кожного з отриманих варіантів і обирається оптимальне рішення чи кілька перспективних рішень.

Найважливішими елементами методу є вибір переліку морфологічних ознак (слід охопити всі істотні ознаки, не збільшивши множину можливих рішень до нереальної для аналізу) і систематичне, всестороннє оцінювання отриманих рішень. Серед них є відомі, технічно неможливі, абсурдні, але можуть зустрічатися несподівані, нові, ефективні рішення задачі.

**Метод контрольних запитань** є прикладом модифікаційного методу пошуку рішень. Дослідник повинен відповісти на низку питань, які змушують його до різнобічного аналізу проблеми, стимулюючи прийняття обґрунтованого рішення. Існує кілька наборів контрольних питань, сформульованих досвідченими винахідниками і психологами.

Метою всіх переліків контрольних питань є стимулювання всебічного системного аналізу поставленої задачі та можливих варіантів її рішення.

## ЛІТЕРАТУРА


1. Білуха М.Т. Методологія наукових досліджень: підруч. / М.Т. Білуха. – К.: АБУ, 2009. – 480 с.

2. Возняк Л.С. Чисельні методи: Методичний посібник для студентів природничих спеціальностей / Л.С. Возняк, С.В. Шарин. – Івано-Франківськ: «Плай», 2001, – 64 с.

3. Ковальчук В.В. Основи наукових досліджень / В.В. Ковальчук, Л.М. Моїсєєв. – К.: Персонал, 2004. – 215 с.

4. Колесников О.В. Основи наукових досліджень. 2-ге вид. випр. та доп. Навч. посіб. / О.В. Колесников – К.: Центр учбової літератури, 2011. – 144 с.

5. Крушельницька О.В. Методологія і організація наукових досліджень: [наук. посіб.] / О.В. Крушельницька. – К.: Кондор, 2009. – 192 с.

6. Львовский Е.Н. Статистические методы построения эмпирических формул: учебное пособ. для вузов. – 2-е изд. / Е.Н. Львовский. – М.: Высш. Шк., 1988. – 239 с.

7. Макогон Ю.В., Пилипенко В.В. Основи наукових досліджень / Ю.В. Макогон. − Донецьк: Альфа-прес, 2007. − 144 с.

8. Пілюшенко В.Л. Наукове дослідження: організація, методологія, інформаційне забезпечення / В.Л. Пілюшенко, І.В. Шкрабак, Е.І. Славенко. – К.: Лібра, 2004. – 344 с.

9. Радченко С.Г,. Методология регрессионного анализа: Монография / С.Г. Радченко. – К.: «Корнийчук», 2011. – 376 с.

10. Романчиков В.І. Основи наукових досліджень / В.І. Романчиков. – К.: ЦУЛ, 2007. – 254 с.

11. Статистична обробка даних: монографія / В.П. Бабак, А.Я. Білецький, О.П. Приставка, П.О. Приставка. – К.: «МІВВЦ», 2001. – 388 с.

12. Шаповаленко В.А. Чисельне обчислення функцій, характеристик матриць і розв’язування нелінійних рівнянь та систем рівнянь: Навч. посібник / В.А. Шаповаленко, Л.М. Буката, О.Г. Трофименко. – Одеса: ВЦ ОНАЗ, 2010. – Ч.1. – 88 с.

13. Як підготувати й захистити дисертацію на здобуття наукового ступеня. Методичні поради // Автор-упорядник Л.А. Пономаренко. – К.: Редакція «Бюлетеня Вищої атестаційної комісії України», Вид-во «Толока», 2001. – 80 с.

**Додаток**

# СЛОВНИК ТЕРМІНІВ

**Абстрагування** – науковий метод, за яким здійснюють умовне відокремлення від низки несуттєвих властивостей, зв'язків, відносин предметів і виділення окремих сторін об'єкта для дослідження. Здійснюють поетапно: спочатку вивчають властивості об'єкта та поділяють на суттєві й несуттєві, далі об'єкт дослідження замінюють іншим, який становить спрощену модель, що зберігає головне в складному. Види: ототожнення (створення нових понять шляхом об'єднання предметів або явищ, взаємопов'язаних за властивостями, в особливий клас); ізолювання (виділення властивостей, невідривно пов'язаних з предметами); конструктивізація (відокремлення від невизначеності меж реальних об'єктів); припущення про потенційне здійснення.

**Аксіома** – деяке вихідне твердження, інтуїтивно очевидне чи апріорі істинне, яке приймається без доказів як опорне в деякій теорії і з якого (або сукупності яких) виводять всі інші положення цієї теорії в межах прийнятих у ній правил виведення.

**Аксіоматизація** – процес побудови наукової теорії, за якого деякі твердження-аксіоми, що є певними науковими знаннями, приймають без подальших доказів, а потім використовують як відправні початкові положення для отримання нових знань за певними логічними правилами.

**Аналіз** – метод пізнання, за якого виконують практичне чи умовне розчленування об'єкта дослідження на його складники з метою дослідження окремих частин як елементів складного цілого. Це дає змогу виявити структуру об'єкта, відокремити суттєве від несуттєвого, звести складне до простого. Аналіз явища в процесі розвитку дає можливість виділити в ньому окремі етапи, суперечливі тенденції тощо. Нерозривно пов'язаний з синтезом − зворотним процесом об'єднання в одне ціле частин, ознак, властивостей об'єкта, визначених за допомогою аналізу.

**Аналогія** – науковий метод, за якого висновок про предмет або явище роблять на підставі його схожості з іншими, вже відомими. Звичайна схема умовиводу за аналогією: якщо об'єкту *A* властиві ознаки *a, b, c, d, e*; а об'єкту B − ознаки *b, c, d, e*; отже, об'єкту B, імовірно, властива ознака *a*. Обов'язкові умови при дослідженні за аналогією:

- аналогія повинна базуватися на суттєвих ознаках і якнайбільшій кількості схожих характеристик об'єктів порівняння;
- зв'язок ознаки, щодо якої роблять висновок, зі знайденими в об'єктах загальними ознаками повинен бути дуже тісним;
- аналогія не повинна вести до висновку про схожість об'єктів в усіх ознаках;

- висновок за аналогією повинен доповнюватися дослідженням відмінностей і доказами того, що ці відмінності не можуть слугувати підставою для відмови від висновків за аналогією.

**Анотування** – процес аналітико-синтетичного опрацювання наукового документа, що полягає в складанні стислої характеристики змісту та призначення документа, основної його теми й мети виконаної роботи. Результатом цього процесу є анотація.

**Бібліографічний опис** – процес і результат аналітико-синтетичного опрацювання наукових документів, що полягає в складанні за встановленими правилами переліку відомостей про документ, які дають змогу повністю визначити цей документ та знайти його серед інших з метою використання його в різних видах праць.

**Брошура** – друковане видання обсягом від 5 до 48 стор.

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

**Впровадження результатів наукових досліджень** – передавання на виробництво чи в повсякденну практичну діяльність наукової продукції (звітів, інструкцій, технічних умов, технічних проектів, тимчасових вказівок та ін.), що забезпечує техніко-економічний ефект, у зручній для реалізації формі (НДР перетворюється на продукт лише з моменту її «споживання» виробництвом).

**Головна функція науки** – розвиток системи знань, яка сприяє найбільш раціональній організації виробничих відносин і використанню виробничих сил в інтересах всіх членів суспільства. Розкладається на низку конкретних функцій: пізнавальну – задоволення потреб людей у пізнанні законів природи і суспільства; культурно-виховну – розвиток культури, гуманізація виховання і формування нової людини; практично-діючу – удосконалення виробництва і системи суспільних відносин.

**Гіпотеза** – система умовиводів, наукових припущень, за допомогою яких на підставі низки фактів робиться висновок про існування об'єкта, зв'язку або причини явища, і цей висновок не є абсолютно достовірним. Потреба в гіпотезі виникає в науці тоді, коли незрозумілий зв'язок між явищами, причина їх, хоча відомо багато обставин, що передують або супроводжують його; коли за деякими характеристиками сучасного треба встановити картину минулого; на підставі минулого і сучасного треба зробити висновок про майбутній розвиток явища. Гіпотеза має ймовірний характер і потребує перевірки, доведення. Після такої перевірки гіпотеза чи стає науковою теорією, або видозмінюється.

**Гіпотетичний метод** – науковий метод дослідження, що базується на гіпотезі – науковому припущенні, яке висувають для пояснення певного явища і потребує перевірки й теоретичного обґрунтування для того, щоб стати достовірною науковою теорією. Застосовують у дослідженні нових явищ, які не мають аналогів.

**Дисертація на здобуття вченого ступеня** – кваліфікаційна наукова праця, виконана особисто здобувачем у вигляді спеціально підготовленого

рукопису. Дисертація містить науково обґрунтовані теоретичні чи експериментальні результати, наукові положення, висунуті автором для публічного захисту, характеризується єдністю змісту і свідчить про особистий внесок здобувача в науку.

**Доведення** – процедура встановлення істинності гіпотези чи іншого твердження. Можливі два способи: безпосередній, який полягає в тому, що в процесі практичних дій відбувається зіставлення деякого припущення з фактичним станом об'єкта дослідження (зокрема, експеримент, вимірювання, спостереження, розрахунки, облік та інші); опосередкований, коли істинність гіпотези або твердження доводять способом умовиводів на основі вже наявних знань у вигляді різних законів і положень, істинність яких уже доведено.

**Докторська дисертація** – кваліфікаційна наукова робота, в якій сформульовано й обґрунтовано наукові положення, що характеризуються як новий напрям у відповідній галузі науки, чи здійснено теоретичне узагальнення та вирішення наукової проблеми, що має велике народногосподарське й соціально-культурне значення.

**Документ** – матеріальний об'єкт, що містить фіксовану інформацію для її збереження та використання.

**Документ друкований** – друкована продукція, яка становить певний вид наукового документа, що пройшов редакційно-видавниче опрацювання (книжки, журнали, брошури).

**Документ науковий** – носій, в якому зафіксовано наукові дані чи науково-технічну інформацію з обов'язковим посиланням на те, де, ким і коли його було створено. Наукові документи поділяють на первинні, що містять безпосередні результати наукових досліджень і розробок, нові наукові дані або нове осмислення відомих ідей і фактів, та вторинні – результати аналітико-синтетичного й логічного опрацювання одного або кількох первинних документів або відомостей про них.

**Документ рукописний** – носій інформації, який не проходив редакційно-видавничого опрацювання і не виданий засобами поліграфії (науково-технічні звіти, документи обліку господарської діяльності, дисертації тощо).

**Економіка науки** – розділ наукознавства, що досліджує взаємодію науки та виробництва, створює передумови для узагальнення практичного досвіду, його теоретичного осмислення і впливу на виробництво.

**Економічна ефективність наукових досліджень** – зменшення витрат суспільної та живої праці на виробництво продукції в тій галузі, де впроваджують закінчені науково-дослідні роботи та дослідно-конструкторські розробки.

**Експеримент** – науковий метод дослідження явищ способом активного впливу на них за допомогою створення нових умов відповідно до мети дослідження чи через спрямування перебігу процесу в новому напрямі. Одні умови досліду ізолюються, інші виключаються, треті підсилюються тощо.

За необхідності параметри експерименту можуть змінювати таким чином, щоб дослідити окремі властивості об'єкта, а не їхню сукупність.

**Збірник наукових праць** – друкований науковий документ, що містить низку наукових матеріалів одного або кількох авторів.

**Зміст науки** – сукупність інтелектуальних надбань людства, що складається з: теорії як системи знань, яка є формою суспільної свідомості та досягнень інтелекту людини; суспільної ролі в практичному використанні рекомендацій для виробництва благ, що є життєвою необхідністю людей.

**Знання** – вищий рівень інформації, що функціонує в суспільстві, особливим чином перетвореної та опрацьованої людиною, в результаті чого інформація отримує суть і значення, набуває знакової форми чи представляється в цій формі за допомогою інших знань, уже накопичених людством.

**Ідеалізація** – науковий метод, котрий базується на створенні певних абстрактних об'єктів, які принципово не можуть бути здійсненими в досліді та реальності. Ідеалізовані об'єкти – це граничні випадки тих чи інших реальних об'єктів, вони виступають як засоби їх наукового аналізу, основа побудови теорії реальних об'єктів (наприклад: пряма, ідеальний розчин, ідеальний газ, абсолютно чорне тіло тощо).

**Індукція** – метод дослідження, за якого загальний висновок про характеристики множини елементів роблять на підставі вивчення цих характеристик якоїсь частини елементів цієї множини, забезпечуючи можливість переходу від поодиноких фактів до загальних положень. У реальному пізнанні індукція завжди виступає в єдності з дедукцією – науковим методом, за якого висновок про характеристики будь-якого елементу множини роблять на підставі пізнання загальних характеристик всієї множини.

**Інформатика** – наукова дисципліна, що вивчає структуру й загальні властивості наукової інформації, закономірності процесів наукової комунікації, способи представлення інформації; використання кодів для ефективної передачі, зберігання і пошук інформації; обчислювальні машини та їх програмне й математичне забезпечення тощо. Має свою теорію, що вивчає предмет безвідносно до його використання, та прикладну частину, спрямовану на розвиток інформаційних послуг.

**Інформація нова** – інформація, що відображує новизну запропонованого рішення чи обґрунтовує причину вад, виявлених дослідженням. Інформація релевантна – інформація, зміст якої відповідає інформаційній потребі, міститься в аналогах, прототипі та стосується лише тієї частини дослідних об'єктів, де виявлено суттєві відмінності.

**Інформаційне забезпечення** – процес задоволення потреб конкретних користувачів в інформації, заснований на використанні спеціальних методів і засобів її отримання, опрацювання, накопичення та видачі в зручному для користувача вигляді.

**Історія науки** – розділ наукознавства, що становить накопичення наукових знань, які характеризують розвиток в історичному аспекті й окремих наук, і наукознавства в цілому.

**Історичний метод** передбачає дослідження виникнення, формування та розвитку об'єктів у хронологічній послідовності, у результаті чого створюються додаткові знання про об'єкт дослідження в процесі його розвитку.

**Кандидатська дисертація** – кваліфікаційна наукова робота, яка містить:

- нові науково обґрунтовані результати, що в сукупності вирішують конкретне наукове завдання, яке має суттєве значення для конкретного спрямування окремої галузі науки;
- нові науково обґрунтовані теоретичні чи експериментальні результати, які в сукупності є суттєвими для розвитку певного напряму окремої галузі науки.

**Категорії** – форми усвідомлення в поняттях загальних способів ставлення людини до світу, що відображають найбільш загальні та суттєві властивості, закони природи й суспільства.

**Класифікація наук** – виконує функції групування наукових знань у певні системи, що сприяє уніфікації науки, її міжнародних зв'язків і прискоренню темпів розвитку.

**Книжка** – друкований багатосторінковий неперіодичний твір обсягом понад 48 сторінок.

**Комплексна проблема** – сукупність наукових проблем, теоретичних і практичних завдань, об'єднаних однією науковою ідеєю, спільною метою.

**Конкретизація** – науковий метод, який полягає в дослідженні предметів або явищ в усій якісній різнобічності реального їх існування. При цьому досліджують стан об'єктів у зв'язку з певними умовами їх існування та історичного розвитку.

**Мета науки** – опис, пояснення та передбачення процесів і явищ дійсності, що становлять предмет її вивчення на базі відкритих нею законів; теоретичне відображення дійсності з метою використання в практичній діяльності людей.

**Мета наукового дослідження** – визначення конкретного об'єкта та всебічне достовірне вивчення його структури, характеристик для отримання і впровадження в практику корисних для людини результатів.

**Метод** – спосіб дослідження явищ, планомірний підхід до їх вивчення, послідовність дій у проведенні теоретичного дослідження або практичного здійснення якогось явища або процесу; у найзагальнішому значенні – спосіб, певним чином упорядкована діяльність і своєрідний інструмент для досягнення конкретної мети.

**Методологія** – філософське вчення про методи пізнання та перетворення дійсності, використання принципів світогляду в процесі пізнання і практиці; містить сукупність пізнавальних засобів, методів, прийомів, що застосовуються

в певній науці, а також галузь знань, що вивчає засоби, передумови й принципи організації пізнавальної і практично-перетворювальної діяльності людини.

**Мова науки** − розділ наукознавства, що вивчає певну систему понять, за допомогою яких індивідуальні наукові знання перетворюють на колективне надбання.

**Моделювання** – науковий метод, що полягає в теоретичних і практичних діях, спрямованих на розробку та використання моделей – образів реальних об'єктів (процесів) у матеріальній чи ідеальній формі, які відображують суттєві властивості об'єктів (процесів), що моделюються, і заміщують їх в ході дослідження. Базується на методі аналогії – можливості вивчення реального об'єкта через дослідження подібного до нього й доступнішого, а саме моделі.

**Монографія** – друкований неперіодичний науковий документ, де подано результати всебічного вивчення однієї проблеми чи теми тв який належить одному автору чи невеликій групі авторів (колективна монографія).

**Навчальні видання** – неперіодичні видання, що містять систематизовані відомості наукового та прикладного характеру, викладені у формі, зручній для викладання і вивчення.

**Наука** – динамічна система знань, що розкривають нові явища в суспільстві та природі для використання їх у практичній діяльності людини.

**Наукова інформація** – інформація, що адекватно відображає явища та закони природи, суспільства й мислення і використовується в суспільно-історичній практиці, отримана в результаті діяльності окремих науковців і фахівців або їх колективів, пройшла опрацювання та узагальнення абстрактно-логічними методами і зафіксована в системі точних понять, суджень, умовиводів, теорій, гіпотез.

**Наукова організація праці** у науково-дослідному процесі – система заходів, спрямованих на вдосконалення методів і умов інтелектуальної праці, й збереження здоров'я працівників на основі новітніх досягнень науки і техніки, що забезпечують найбільшу ефективність за найменших витрат розумової праці. Як система складається з окремих елементів: організації трудових процесів і робочих місць, забезпечення сприятливих умов праці, організації праці з функціонального обслуговування робочих місць, нормування та матеріального стимулювання, розвитку творчих здібностей працівників.

**Наукова проблема** – комплекс теоретичних і практичних завдань, необхідність вирішення яких постала перед суспільством; відображення суперечності між потребою в нових знаннях і відомими шляхами їх отримання (глобальна, національна, регіональна, галузева та ін.).

**Наукова та науково-технічна експертиза** – найбільш детальний і об'єктивний метод оцінки наукової діяльності та її результатів, метою якої є дослідження, перевірка, аналіз науково-технічного рівня об'єкта експертизи та підготовка обґрунтованих висновків для прийняття рішень щодо таких об'єктів.

**Наукове дослідження** – вивчення явищ і процесів, аналіз впливу на них різноманітних чинників, вивчення взаємодії між явищами з метою отримання

переконливо доведених і корисних для науки та практики рішень з максимальним ефектом.

**Наукове питання** – невелике наукове завдання, що стосується конкретної теми дослідження. Емпіричні завдання спрямовані на виявлення, точний опис, докладне вивчення різних чинників дослідних процесів та явищ. Теоретичні завдання мають за мету виявлення і вивчення причин, зв'язків, залежностей, що дають змогу встановити поведінку об'єкта, визначити його структуру, характеристику на основі розроблених наукою принципів і методів пізнання.

**Науково-дослідний процес** – чітко організований комплекс дій, спрямований на отримання нових знань, що розкривають суть процесів і явищ у природі й суспільстві, для використання їх у практичній діяльності людей.

**Науковий закон** – внутрішній суттєвий і стійкий зв'язок явищ і процесів, що обумовлює їх впорядковані зміни і дає можливість достовірно передбачити перебіг цих явищ або процесів. Він існує об'єктивно, незалежно від свідомості людей як відображення необхідних суттєвих, внутрішніх відносин між властивостями речей чи явищ або різноманітними тенденціями їх розвитку. Науковий закон не створюється людиною, а лише виявляється, розкривається, формулюється таким чином, щоб відповідати реаліям об'єктивного світу, бути точним їх відображенням.

**Науковий напрям** – окрема наука або комплекс наук, у межах яких провадяться дослідження (технічний, біологічний, економічний та ін.), з можливою подальшою деталізацією. Структурними одиницями наукового напряму є комплексні проблеми, теми, наукові питання.

**Наукознавство** – галузь досліджень, що вивчає закономірності функціонування та розвитку науки, структуру і динаміку наукової діяльності, взаємодію науки з іншими соціальними інститутами і сферами матеріального й духовного життя суспільства.

**Огляд** – результат аналітико-синтетичного опрацювання наукових документів, який становить текст, що містить синтезовану інформацію з якогось питання чи низки питань, вилучену з деякої множини спеціально підібраних з цією метою первинних документів, виданих за певний час. Розрізняють огляди: бібліографічний; реферативний, аналітичний.

***Бібліографічний огляд*** характеризує первинні документи як джерела інформації, що з’явились за певний час чи об’єднані за певною загальною ознакою.

***Реферативний огляд*** містить систематизовані дані й факти та узагальнену інформацію про стан питання без їхньої критичної оцінки автором огляду.

***Аналітичний огляд*** − це всебічний аналіз усієї інформації, що міститься у вихідних первинних документах, аргументована оцінка та обґрунтовані рекомендації щодо використання цієї інформації.

**Об'єкт наукового дослідження** – процес або явище, на яке спрямовано пізнавальну діяльність дослідника для пізнання його суті, закономірностей розвитку та можливостей наступного використання в практичній діяльності.

**Порівняння** – пізнавальний прийом, що полягає у зіставленні об’єктів для визначення рис схожості чи відмінності між ними (або і того, і іншого разом). Порівняння – важлива передумова узагальнення, багато важить у висновках за аналогією.

**Постулат** – твердження, попереднє припущення деякої наукової теорії, що береться в ній за вихідне і стає базою для великих теоретичних узагальнень.

**Предмет науки** – взаємопов’язані форми розвитку матерії чи особливості їх відображення у свідомості людини.

**Предмет наукового дослідження** – окремий аспект існування об'єкта наукового дослідження: причини виникнення процесу чи явища, закономірності його розвитку, різноманітні властивості, якості тощо.

**Прикладні наукові дослідження** – вид пізнавальної діяльності, спрямованої на визначення способів використання законів природи для створення нових і вдосконалення існуючих способів та засобів людської діяльності; встановлення того, як можна використовувати в практичній діяльності наукові знання, отримані в результаті фундаментальних досліджень.

**Принцип** – першооснова, провідна ідея, центральне поняття, що становить узагальнення та поширення якогось положення на всі явища тієї області знань, у якій цей принцип виведено.

**Психологічна інерція мислення** – підсвідоме намагання діяти у згоді з попереднім досвідом і знаннями, використанням стандартних методів, впливом авторитетів, пов’язане зі страхом перед невдачею, опором критиці, надто високою самокритичністю та іншими внутрішніми бар’єрами.

**Рахування** – пізнавальний прийом – знаходження числа, що визначає кількісне співвідношення однотипних об'єктів або їхніх параметрів, що характеризують ті чи інші властивості.

**Реферування** – процес аналітико-синтетичного опрацювання документа, що полягає в стислому викладенні змісту первинного документа чи його частини з основними фактичними даними й висновками. У процесі реферування виконюєть семантичну компресію (стискання) тексту. Результат процесу – реферат, який містить тему, предмет, об'єкт, мету, метод проведення роботи, отримані результати, висновки, сферу використання.

**Розробка** – процес і результат перетворення нової наукової та науково-технічної інформації, отриманої в результаті фундаментальних та прикладних досліджень, у форму, придатну для впровадження в практичну діяльність.

**Синтез** – метод пізнання, за якого виконують практичне чи умовне поєднання окремих частин, ознак, властивостей об'єкта в одне ціле для його дослідження. Це дає змогу виявити загальну структуру об'єкта, виділивши при цьому основні його риси. Нерозривно пов'язаний з аналізом.

**Системний аналіз** – науковий метод вивчення об'єкта дослідження як сукупності елементів, що утворюють систему; передбачає оцінювання

поведінки об'єкта як системи з усіма чинники, які впливають на його функціонування. Єдиної процедури проведення системного аналізу в наукових дослідженнях не має, але широко використовують методи системної динаміки, теорії ігор, евристичного програмування, імітаційного моделювання, програмно-цільового управління тощо.

**Соціально-економічна ефективність** наукових досліджень – можливість досягнення за рахунок упровадження результатів науково-дослідних робіт ліквідації важкої праці, поліпшення санітарно-гігієнічних умов праці; збереження довкілля і т. ін.

**Соціологія науки** – розділ наукознавства, який вивчає вплив матеріально-виробничої діяльності, соціально-економічного ладу та ідеології на функції науки в суспільстві.

**Спостереження** – цілеспрямоване й організоване сприйняття зовнішнього світу за відсутності суттєвого впливу суб'єкта на об'єкт. Можливе використання приладів та інструментів, що компенсує природну обмеженість органів сприйняття людини.

**Стандарт** – нормативно-технічний документ, що встановлює комплекс норм, правил, вимог до об'єкта стандартизації та затверджений компетентним органом. Містить технічні вимоги й умови, параметри та розміри, типи, конструкції, марки, сортаменти, правила приймання, методи контролю, правила експлуатації та ремонту, типові технологічні процеси і т. ін.

**Творчість** – мислення в його найвищій формі, що виходить за межі відомого, а також діяльність, що створює дещо нове та містить постановку чи вибір завдання, пошук умов або способу його вирішення і, як результат, – створення нового.

**Тема наукового дослідження** – складник наукової проблеми, вирішення якої дає змогу отримати відповіді на певну низку наукових питань, що охоплюють частину проблеми. Узагальнення результатів виконання комплексу тем у межах наукової проблеми може дати її рішення в цілому.

**Теорія** – система узагальненого достовірного знання про той чи інший фрагмент дійсності, що описує, пояснює та передбачає функціонування деякої сукупності об'єктів, які становлять цей фрагмент. Теорія є розумовим, духовним відображенням і відтворенням реальної дійсності.

**Теорія науки** – розділ наукознавства, що становить систему узагальненого знання про науку, основні напрями її розвитку, концепції та методологію.

**Узагальнення** – науковий метод, що становить логічний процес переходу від окремого до загального, виділення поняття, яке визначає те загальне, що характеризує об'єкти певного класу. Отримання узагальненого знання означає глибше відображення дійсності, проникнення в її суть.

**Формалізація** – науковий метод, що полягає у відображенні об'єкта чи явища в знаковій формі деякої штучної мови (математики, хімії тощо), що дає можливість досліджувати реальні об'єкти та їхні властивості способом формального дослідження відповідних знаків.

**Фундаментальні наукові дослідження** – вид пізнавальної діяльності, спрямованої на відкриття та вивчення нових явищ і законів природи, на створення нових принципів дослідження, розширення наукового знання суспільства, встановлення того, що може бути використано в практичній діяльності людини.

# ЗМІСТ

Вступ.....3

Лекція 1. Поняття, зміст, мета й функції науки. Основні етапи становлення й розвитку науки. Історичні передумови та національна система класифікації наук. Форми організації та управління наукою, підготовки й атестації наукових кадрів.....4

Лекція 2. Поняття, особливості та методологія наукових досліджень. Класифікація методів наукових досліджень.....10

Лекція 3. Гіпотези в наукових дослідженнях та їх доведення. Експеримент в наукових дослідженнях. Математичне планування експерименту.....13

Лекція 4. Класифікація та основні етапи науково-дослідницької роботи. Формування теми, мети й задач наукового дослідження.....16

Лекція 5. Науково-дослідницька робота студентів. Основні поняття математичної статистики. Закони розподілу випадкової величини.....20

Лекція 6. Алгоритм науково-дослідного процесу. Завершальна стадія науково-дослідного процесу. Побудова лінійних і нелінійних емпіричних залежностей.....32

Лекція 7. Основні терміни та поняття інформаційного забезпечення науково-дослідницького процесу. Типи наукових документів, сфера їхнього створення та використання. Інформаційні аспекти наукового дослідження. Інформаційне забезпечення науково-дослідницького процесу.....40

Лекція 8. Загальні вимоги та правила оформлення наукових робіт. Рецензування науково-дослідних робіт.....43

Лекція 9. Особливості творчої праці дослідника. Основи наукової організації дослідницького процесу.....53

Література.....59

Додаток. Словник термінів.....60