

## Лекція 1

Загальні положення. Поняття експериментальних досліджень, наукового та інженерного експерименту.

### 1 Загальні положення дослідницької діяльності

***Науково-дослідницька діяльність** — це інтелектуальна праця, спрямована на придбання знань, умінь і навичок.*

*Провідне місце в системі багатоступеневої підготовки і перепідготовки наукових і науково-педагогічних кадрів посідають вищі навчальні заклади (ВНЗ) України. У більшості з них створені наукові осередки, спеціалізовані вчені ради із захисту докторських і кандидатських дисертацій, магістратура, аспірантура, докторантура, система додаткової професійної освіти, перепідготовки та підвищення кваліфікації кадрів.*

*Кожен фахівець повинен мати уявлення про методiku й організацію науково-дослідницької діяльності, про науку та основні її поняття.*

***Наука** — це сфера людської діяльності, спрямована на вироблення нових знань про природу, суспільство і мислення.*

*Як специфічна сфера людської діяльності вона є результатом суспільного розподілу праці, відокремлення розумової праці від фізичної, перетворення пізнавальної діяльності в особливу галузь занять певної групи людей. Необхідність наукового підходу до всіх видів людської діяльності змушує науку розвиватися швидшими темпами, ніж будь-яку іншу галузь діяльності.*

*Поняття "**наука**" включає в себе як діяльність, спрямовану на здобуття нового знання, так і результат цієї діяльності — суму здобутих наукових знань, що є основою наукового розуміння світу. Науку ще розуміють як одну з форм людської свідомості. Термін "наука" застосовується для назви окремих галузей наукового знання.*

*Знання* — перевірений практикою результат пізнання дійсності, адекватне її відбиття у свідомості людини. Це — ідеальне відтворення умовною формою узагальнених уявлень про закономірні зв'язки об'єктивної реальності.

Істинні знання існують як система **принципів, закономірностей, законів, основних понять, наукових фактів, теоретичних положень і висновків**. Тому істинне наукове знання об'єктивне.

Разом з тим наукове знання може бути відносним або абсолютним.

*Відносне знання* — це знання, яке, будучи в основному адекватним відображенням дійсності, відрізняється певною неповнотою збігу образу з об'єктом.

*Абсолютне знання* — це повне, вичерпне відтворення узагальнених уявлень про об'єкт, що забезпечує абсолютний збіг образу з об'єктом.

Безперервний розвиток практики унеможливорює перетворення знання на абсолютне, але дає змогу відрізнити об'єктивно істинні знання від помилкових поглядів.

*Процес руху людської думки від незнання до знання називають пізнанням*, в основі якого лежить відбиття і відтворення у свідомості людини об'єктивної дійсності.

*Наукове дослідження* — цілеспрямоване пізнання, результати якого виступають як система понять, законів і теорій.

Розрізняють дві форми наукових досліджень: фундаментальні та прикладні.

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

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

## 2 Понятійний апарат у виконанні наукових досліджень

**Наукова ідея** — інтуїтивне пояснення явища (процесу) без проміжної аргументації, без усвідомлення всієї сукупності зв'язків, на основі яких робиться висновок. Вона базується на наявних знаннях, але виявляє раніше не помічені закономірності. Наука передбачає два види ідей: конструктивні й деструктивні, тобто ті, що мають чи не мають значущості для науки і практики. Свою специфічну матеріалізацію ідея знаходить у гіпотезі.

**Гіпотеза** — наукове припущення, висунуте для пояснення будь-яких явищ (процесів) або причин, які зумовлюють даний наслідок. Наукова теорія включає в себе гіпотезу як вихідний момент пошуку істини, яка допомагає суттєво економити час і сили, цілеспрямовано зібрати і згрупувати факти.

Розрізняють **нульову, описову, пояснювальну, основну робочу і концептуальну гіпотези**. Якщо гіпотеза узгоджується з науковими фактами, то в науці її називають **теорією або законом**.

Гіпотези мають імовірнісний характер і проходять у своєму розвитку **три стадії**:

- накопичення фактичного матеріалу і висунення на його основі припущень;
- формулювання гіпотези і обґрунтування на основі припущення прийнятної теорії;
- перевірка отриманих результатів на практиці і на її основі уточнення гіпотези;

**Науковий факт** — подія чи явище, яке є основою для висновку або підтвердження. Він є елементом, який у сукупності з іншими становить основу наукового знання, відбиває об'єктивні властивості явищ та процесів. На основі наукових фактів визначаються закономірності явищ, будуються теорії і виводяться закони.

**Закон** — внутрішній суттєвий зв'язок явищ, що зумовлює їх

*закономірний розвиток. Закон, винайдений через здогадку, необхідно потім логічно довести, лише в такому разі він визнається наукою. Для доведення закону наука використовує судження.*

***Методологія** наукового пізнання — вчення про принципи, форми і способи науково-дослідницької діяльності.*

***Метод** дослідження — це спосіб застосування старого знання для здобуття нового знання. Він є засобом отримання наукових фактів.*

***Наукова діяльність** — інтелектуальна творча діяльність, спрямована на здобуття і використання нових знань.*

***Наукова школа** — неформальний творчий колектив дослідників різних поколінь, об'єднаних загальною програмою і стилем дослідницької роботи, які діють під керівництвом визнаного лідера. Це об'єднання однодумців, що розробляє життєво важливі для суспільства проблеми під керівництвом відомого в певній галузі дослідника, має значні теоретичні і практичні результати своєї діяльності, визнані у наукових колах і сфері виробництва.*

***Науковий експеримент** – вид наукової дослідницької діяльності, що спрямована на підтвердження наукових гіпотез опитними даними.*

***Інженерний експеримент** - вид наукової дослідницької діяльності, що спрямована на творення штучних умов, в яких досліджується об'єкт з метою виявлення його властивостей.*

## 2 Обрання теми наукових експериментальних досліджень

***Вибір теми, вочевидь, є найбільш відповідальним етапом у діяльності аспіранта чи здобувача, бо він часом визначає майбутню діяльність людини на все життя і вирішальним чином обумовлює результат дослідження. Практика показує, що правильно обрати тему - це значить наполовину забезпечити успішне її виконання.***

*Розрізняють три різновиди тем*

- *теми як результат розвитку проблем, над якими працює даний науковий колектив;*
- *ініціативні теми;*
- *замовлені теми.*

***Найкраще обирати теми першої групи.***

*Ініціативні теми можуть виникати при двох взаємовиключних ситуаціях: як у результаті доброї наукової підготовки здобувача, так і недостатніх його кваліфікації і науковому кругозорі. Науковий керівник мусить розібратися в ситуації, по змозі підтримати ініціативу здобувача, але ця підтримка має ґрунтуватися на реальній оцінці ситуації і не може ставити під загрозу успішне виконання роботи.*

*Замовлені теми, як правило, пов'язані з основними планами науково-дослідних робіт у галузі або об'єднанні. За актуальністю і економічною значущістю замовлені теми мають низку переваг перед іншими, тому насамперед їх потрібно аналізувати з позицій реальності виконання і можливості створення теоретичної бази.*

*При обранні теми основними критеріями повинні бути: актуальність, новизна і перспективність; наявність теоретичної бази; можливість виконання теми в даній установі; зв'язок її з конкретними господарськими планами і довгостроковими програмами; можливість отримання від впровадження результатів дослідження технічного, економічного і соціального ефекту.*

Говорячи про новизну теми, не треба забувати відоме положення, по не все нове є обов'язково прогресивним, так само як і старе - консервативним.

*Наукова новизна теми - це ознака, наявність якої дає авторові підстави використовувати поняття «вперше» при характеристиці отриманих ним результатів і проведення дослідження в цілому.*

*Поняття «вперше» означає в науці факт відсутності подібних результатів до їх публікації. Вперше може проводитися дослідження на*

оригінальні теми, раніше не досліджувані в тій чи іншій галузі наукового знання.

**Новими можуть бути тільки ті положення дослідження, котрі сприяють подальшому розвитку науки або окремих її напрямків.** Новизна історичних досліджень полягає у введенні до наукового обігу досі не використовуваних джерел, з'ясуванні генезису розвитку тієї чи іншої галузі знань, у розкритті закономірностей і основних шляхів розвитку науки і техніки.

*Питання новизни є одним з найбільш суперечливих і складних як при захисті робіт, так і опублікуванні статті.*

*За місцем отриманих знань у ряду відомих наукових даних можна виділити три рівні новизни:*

- а) перетворення відомих даних, докорінна їх зміна;**
- б) розширення, доповнення відомих даних;**
- в) уточнення, конкретизація відомих даних, поширення відомих результатів на новий клас об'єктів, систем.**

*Рівень перетворення характеризується принципово новими в даній галузі знаннями які не просто доповнюють відомі положення, а являють собою щось самостійне.*

Самоперевірку цього рівня можна здійснити, поставивши собі питання: «А що, ніхто ніколи цю задачу не вирішував?».

**На цьому рівні суттєво важливо розрізняти два варіанти новизни: дискусійно-гіпотетичну і загальноновизнану.**

*У першому випадку нові результати ще не досить доказові, не мають достатніх всебічних конкретизацій і нерідко натрапляють на протидію, оскільки самі факти не піддаються новаторському науковому поясненню, тому залишається сумнів щодо справедливості таких наукових ідей.*

**На рівні доповнення** новий результат розширює відомі теоретичні або практичні положення, додає до них нові елементи, доповнює знання в даній галузі без зміни їх сутності.

*На рівні конкретизації новий результат уточнює відоме, конкретизує окремі положення, що стосуються поодиноких випадків. На цьому рівні відомий метод, спосіб можуть бути розвиненими і поширеними на новий клас об'єктів, систем, явищ.*

*Даючи оцінку **практичній значущості обраної теми**, слід знати, що ця значущість залежить від характеру конкретного наукового дослідження.*

*Якщо дослідження має **методологічний характер**, то його практична значущість може полягати у публікації основних результатів дослідження на сторінках монографій, підручників, наукових статей; у наявності авторських свідоцтв, актів про впровадження результатів дослідження на практиці;... в апробації результатів дослідження на науково-практичних конференціях і симпозіумах; використанні наукових розроблень в навчальному процесі закладів освіти; участі в розробці державних і регіональних програм розвитку тієї чи іншої галузі народного господарства; використанні результатів дослідження для підготовки нових нормативних і методичних документів.*

Самоперевірка роботи на «**дисертабельність**» має такі послідовні етапи:

- *аналіз найменування дисертації;*
- *виявлення і визначення об'єкта, предмета і мети дослідження; аналіз кожного наукового результату на новизну, достовірність, практичну значущість, пріоритет;*
- *аналіз кожного висновку до розділів на конструктивність та новизну;*
- *аналіз математичних моделей на коректність;*
- *оцінювання якості програмного забезпечення та виконаних розрахунків;*
- *аналіз відповідності публікацій та апробацій вимогам ВАК;*
- *аналіз правильності оформлення актів упровадження;*
- *перевірка коректності посилань.*

***Аналіз найменування роботи** слід проводити за двома аспектами:*

*на відповідність результатам, поданим на захист;*

*на відповідність паспорту спеціальності.*

## Лекція 2

Теорія експериментальних досліджень. Основні поняття та принципи планування наукового експерименту.

1 Експериментальні дослідження, поняття та визначення.

**Наукове дослідження має два рівня:**

- емпіричний - заснований на досвіді;
- теоретичний – в виді логічних міркувань.

**Наукові дослідження поділяються на:** фундаментальні; прикладні; кількісні; якісні; унікальні; комплексні.

Наукові дослідження здійснюються з метою одержання наукового результату.

**Науковий результат** — нове знання, здобуте в процесі фундаментальних або прикладних наукових досліджень та зафіксоване на носіях наукової інформації у формі наукового звіту, наукової праці, наукової доповіді, наукового повідомлення про науково-дослідну роботу, монографічного дослідження, наукового відкриття тощо.

**Науково-прикладний результат** — нове конструктивне чи технологічне рішення, експериментальний зразок, закінчене випробування, яке впроваджене або може бути впроваджене у суспільну практику. Науково-прикладний результат може мати форму звіту, ескізного проекту, конструкторської або технологічної документації на науково-технічну продукцію, натурального зразка тощо.

**Методи експериментального дослідження:**

- спостереження;
- порівняння;
- вимірювання;



- моделювання;
- планування інженерного експерименту.

## 2 Метод експериментального дослідження: спостереження.

**Спостереження** — систематичне цілеспрямоване вивчення об'єкта. Це найелементарніший метод, який є, як правило, складовою інших емпіричних методів.

*Щоб стати основою наступних теоретичних і практичних дій, спостереження мусить відповідати таким вимогам:*

- *задуманості* заздалегідь (спостереження проводиться для певного, чітко поставленого завдання);
- *планомірності* (виконується за планом, складеним відповідно до завдання спостереження);
- *цілеспрямованості* (спостерігаються лише певні сторони явища, котрі викликають інтерес при дослідженні);
- *активності* (спостерігач активно шукає потрібні об'єкти, риси явища);
- *систематичності* (спостереження ведеться безперервно або за певною системою).

**Спостереження, як метод пізнання, дає змогу отримати первинну інформацію про об'єкт дослідження у вигляді сукупності емпіричних тверджень.**

### 3 Метод експериментального дослідження: порівняння.

*Порівняння* — один із найпоширеніших методів пізнання. Це процес встановлення подібності або відмінності предметів та явищ дійсності, а також знаходження загального, притаманного двом або кільком об'єктам.

*Метод порівняння* дасть результат, якщо відповідатиме таким основним вимогам:

- можна порівнювати лише ті явища, між якими є певна об'єктивна спільність;
- порівняння необхідно здійснювати за найсуттєвішими, найважливішими (в межах конкретного пізнавального завдання) рисами.

*Інформацію про об'єкт* можна отримати двома шляхами:

- *безпосередній результат порівняння* (первинна інформація);
- *результат обробки первинних даних* (вторинна або похідна інформація).

*Об'єкти чи явища можуть порівнюватися безпосередньо або опосередковано* через їх порівняння з будь-яким іншим об'єктом (*еталоном*). У першому випадку отримують *якісні результати* (більше-менше, вище-нижче). *Порівняння ж об'єктів з еталоном надає можливість отримати кількісні характеристики*. Такі порівняння називають *вимірюванням*.

### 4 Метод експериментального дослідження: вимір

*Вимір* - сукупність дій, що виконуються за допомогою засобів вимірів з метою знаходження числового значення вимірюваної фізичної величини в

*прийнятих одиницях виміру.*

*Прийнято підрозділяти вимірів на **прямі і непрямі**.*

При **прямому вимірі** шукане значення величини знаходять безпосередньо з досвідчених даних (вимір маси на вагах, температури термометром і т.п.); при **непрямому вимірі** шукане значення величини знаходять на підставі відомої залежності між цією величиною і величинами, що піддаються прямим вимірам (визначення щільності тіла по його масі і геом. розмірам і т.д.). У транспортній сфері прямий вимір застосовується, наприклад, для визначення кількості транспортних засобів, що перетнули відповідний перетин дороги за одиницю часу, час руху на маршруті...

**Непрямі виміри** - переважний вид вимірів; застосовуються в тих випадках, коли шукану величину неможливо або занадто складно вимірити безпосередньо або коли прямий вимір дає менш точний результат. У транспортній сфері прямий вимір застосовується, наприклад, для визначення інтенсивності щільності руху транспортних засобів на ділянці дороги, швидкість руху на маршруті...

*Як **прямі**, так і **непрямі** виміри розділяють на **абсолютні і відносні**.*

**Абсолютними вимірами** називають ті, у яких числове значення вимірюваної величини виражено у визначених одиницях, наприклад, довжина в метрах, сила - у динах, сила струму - в амперах.

**Відносними вимірами** називаються, виміри, що дають відношення двох величин того самого роду, причому одна з них може бути довільною одиницею.

*При вимірах користуються різними **методами виміру**, основними з яких є:*

- метод безпосередніх оцінок;
- різницевий метод;
- компенсаційний (нульовий) метод;
- метод заміщення;
- метод збігів.

***Вимірювальна техніка** - галузь науки і техніки, що охоплює вивчення*

*методів, розробку і створення засобів для одержання досвідченим шляхом інформації про величини, що характеризує властивості і стан досліджуваних об'єктів.*

*Сучасна вимірювальна техніка має ряд напрямків відповідно до областей застосування вимірювальних приладів і типами вимірюваних величин: лінійні і кутові виміри, механічні, оптичні, акустичні, теплофізические, фізико-хімічні, виміру, електричні і магнітні виміри, виміру частоти і часу, і тд.*

*Окремо існують галузі вимірювальної техніки, що відрізняються особливим підходом до процесу виміру або його метою, наприклад, телеметрія (вимір на відстані) - у рамках цієї галузі мається ще радіотелеметрія, що включає в себе радіотелеметрію, виміри характеристик випадкових процесів - амплітудних розподілів кореляційних функцій і спектрів потужності (теорія транспортних потоків), електричні виміри неелектричних величин (детектори транспорту).*

***Метрологія** - прикладна наукова дисципліна, об'єктом вивчення якої є виміри фізичних величин, методи і засоби забезпечення їхньої єдності і необхідної точності. Розрізняють теоретичну метрологію, що розглядає загальні проблеми теорії вимірів і погрішностей, і прикладну метрологію, що займається теорією і практикою забезпечення гарантованої точності конкретних вимірів і вимірить, систем.*

*Виділяють також законодавчу метрологію, що охоплює питання метрологічної діяльності, що бідують у регламентації з боку держави.*

## Лекція 3

## Моделювання об'єкту експериментального дослідження у транспортних системах.

## 1 Системний підхід у рамках моделювання об'єктів у транспортних системах

**Система** – по-грецьки – ціле, складене з частин з'єднання, це сукупність взаємозалежних об'єктів, процесів, об'єднаних єдиною метою і загальним алгоритмом функціонування.

**Система** — це набір об'єктів, що включає взаємозв'язок між об'єктами і їхніми ознаками.

У рамках системи ВАДС під **об'єктами** можна розуміти елементи руху: автомобіль, водій, дорога. **Ознаки** — це властивості зазначених об'єктів або елементів. До ознак відносяться: зір водія і його час реакції, швидкість автомобіля, її приємність і інтервал між автомобілями, ширина вулиці і засобу регулювання руху і т.д.

Єдина **мета** зазначеного об'єднання у виді системи ВАДС складається в мотивації водія, що забезпечує безпека руху й економію часу і відстані. Взаємозв'язку відбивають взаємодія транспортних засобів один з одним і з навколишнім середовищем, під якою розуміють дорогу, вулицю або шляхово-транспортну мережу в цілому.

Визначення **цілей дорожньої системи** — це одна з найбільш важких задач, що коштують перед фахівцем із планування автомобільних перевезень, проектувальником геометричних елементів дороги й інженером по організації руху.

У рамках **системного підходу** для проведення синтезу й аналізу необхідно побудувати модель, що зв'язувала б топологічні властивості системи з її входами і виходами.

**Аналіз** — це поділ системи на компоненти для розгляду їхніх наслідків з

погляду цілей.

**Синтез** припускає з'єднання частин у ціле; звичайно його здійснюють шляхом екстраполяції або інтерполяції існуючих методів і результатів для досягнення визначених цілей, що у свою чергу піддають аналізу.

**Система «Транспортний потік – дорожні умови»:**

- транспортний потік – сукупність автомобілів, що рухаються по дорозі;

- дорожні умови – сукупність геометричних характеристик дороги.

Таким чином, система «Транспортний потік – дорожні умови» являє собою сукупність автомобілів, що рухаються по геометрично визначеній ділянці дороги.

**Система «Транспортний потік умови руху»:**

- умови руху – сукупність дорожніх умов і всіх інших зовнішніх умов, що роблять вплив на рух автомобілів.

Таким чином, система «Транспортний потік – умови руху» являє собою сукупність автомобілів, що рухаються по геометрично визначеній ділянці дороги під впливом всіх інших зовнішніх умов.

## 2 Метод експериментального дослідження: моделювання

**Моделлю** називається ідеалізоване відображення об'єкта дослідження.

Моделі прийнято розділяти на:

- теоретичні;
- фізичні.

**Теоретичною моделлю** називається ідеалізоване відображення виді словесного опису, знакових форм, виді графічних зображень, а так само виді аудио або відео інформації.

**Фізична модель** – це ідеалізований об'єкт матеріального світу, що з визначеним ступенем подоби відбиває реальний об'єкт дослідження.

Приклад:

Об'єкт експериментального дослідження: пневмопривід гальмової системи.

Предмет дослідження: вплив ABS у конструкції пневмопровода на зупинний шлях автомобіля.

**Фізична модель:** для польових іспитів використовують автомобіль, у якому встановлена ABS у пневмопривід гальм. При проведенні лабораторного експерименту створюється лабораторна установка виді тільки пневмопривіда з антиблокувальною системою і використовується режим роботи пневмопривіда.

**Теоретична модель:** словесна – описується принцип роботи пневмопривіда з ABS. Графічна - виді структурної схеми пневмопривіда з убудованої ABS. Знакова представляється виді математичної моделі, що буде являти собою групу формул зміни тисків, що описує, у пневмопривіде. Відео – встраєнна ABS у програмному пакеті Компас 3D графіка.

3 Формулювання мети, об'єкту та предмету експериментального наукового дослідження

**Об'єкт експериментального дослідження** - це та частина матеріального світу, яка привернула увагу дослідника.

Стосовно об'єкту дослідження здобувачеві необхідно усвідомити: об'єкт дослідження - **новий (Н) чи традиційний (Т)**.

**Предмет експериментального дослідження** - це розглянутий в роботі бік об'єкта дослідження, та його досліджувані якість і галузь використання.

Щодо предмета дослідження, то тут також треба вирішити те саме питання: предмет дослідження є **новим чи традиційним**.

**Мета експериментального дослідження** - це запланований результат.

*Результат має бути конструктивним, тобто спрямованим на вироблення суспільне корисного продукту з ліпшими, ніж було раніше, показниками якості або процесу її досягнення.*

***Поставленої мети досягти треба обов'язково.***

***Аналіз наукових результатів.*** Кожен науковий результат здобувачеві необхідно оцінити так, ніби він сам є опонентом своєї дисертації. Ставши ненадовго на позицію опонента, за кожним результатом відзначити:

- коротку суть наукового результату;
- новизну результату;
- достовірність результату;
- практичну значущість;
- джерело, в якому опублікований результат, і обґрунтування пріоритету.

*При обґрунтуванні новизни обов'язковим є порівняння з близькими результатами інших дослідників.*

*Описуючи практичну значущість, треба вказати форму і масштаби впровадження наукового результату. У визначенні пріоритету простежується спадкоємність публікацій з цього питання за роками.*

***Аналіз висновків.*** Усі розділи повинні завершуватися короткими висновками., а робота загальними.

#### 4 Структура проведення наукового експерименту

1. *Формування гіпотези наукового експерименту* – розкривається ідея проведення експериментальних досліджень.

2. *Формулювання предмета експериментального дослідження.*

Предмет експериментального дослідження представляє грань об'єкта експериментальних досліджень, для якої буде збиратися дані і далі досліджуватися для підтвердження або спростування теоретичних положень.



3. *Розробка програми дослідження* (Розробка плану проведення експерименту).

Містить: етап розробки експериментальної ситуації; методику проведення експерименту; методику обробки результатів проведення експерименту з формулюванням висновків.

Наприклад. Експериментальна ситуація: дослідження характеристик пасажирів потоків на сполученій ділянці наприклад № 1, 2, 17, 24, 35 по ін. Перемоги в м. Горлівка в піковий період часу по пасажиропотоку.

Наприклад. Методики проведення кожні 15 хв. у плинні пікової години вважаємо число пасажирів вошедших в автобус.

Наприклад. Методики обробки результатів зображуємо графік зміни числі зміни числа пасажирів автобусів, що ввійшли, з часом використовуючи математичні методи апроксимації. Будуємо графік по експериментальних крапках. Знаходимо рівняння кривої. Формулює висновки.

4. *Розробка плану створення експериментальної ситуації* або експериментальних ситуацій. Виділяється об'єкт дослідження в лабораторних або польових умовах уточнюються форми прояву об'єкта і час період якого ці прояви досліджуються.

5. *Розробка методики проведення експериментальних досліджень*. Методика містить послідовність у виконанні операцій в експерименті по досягнення цілей експерименту в рамках формульованого предмета.

6. *Уточнення процедур проведення експериментальних досліджень*. Даний етап припускає остаточну перевірку й обґрунтування застосовуваного устаткування до проведення експерименту, уточнення питань про погрішності і допущення в експерименті.

7. *Реалізація програми наукового експерименту*. Відповідно до вище викладеного проводиться експеримент.

8. *Обробка результатів експерименту* з використанням математичних методів і моделей. Наприклад. Використовуються методи дисперсійного, кореляційного і регресійного аналізу.



## Лекція 4

## Проведення експерименту на моделях об'єктів дослідження у транспортних системах.

1 Схема збору та аналізу наукової інформації для проведення наукових експериментальних досліджень

*Відповідальним етапом наукового дослідження є отримання й аналіз первинної та вторинної інформації з теми дослідження.*

**Первинна інформація** — це вихідна інформація, яка є результатом безпосередніх соціологічних, експериментальних досліджень, вивчення практичного досвіду.

**Вторинна інформація** — це результат аналітико-синтетичної переробки первинної інформації.

Особливе значення первинна і вторинна інформація має для написання наукової роботи, оскільки служить теоретичним та експериментальним підґрунтям для досягнення мети дослідження і розв'язання його завдань.

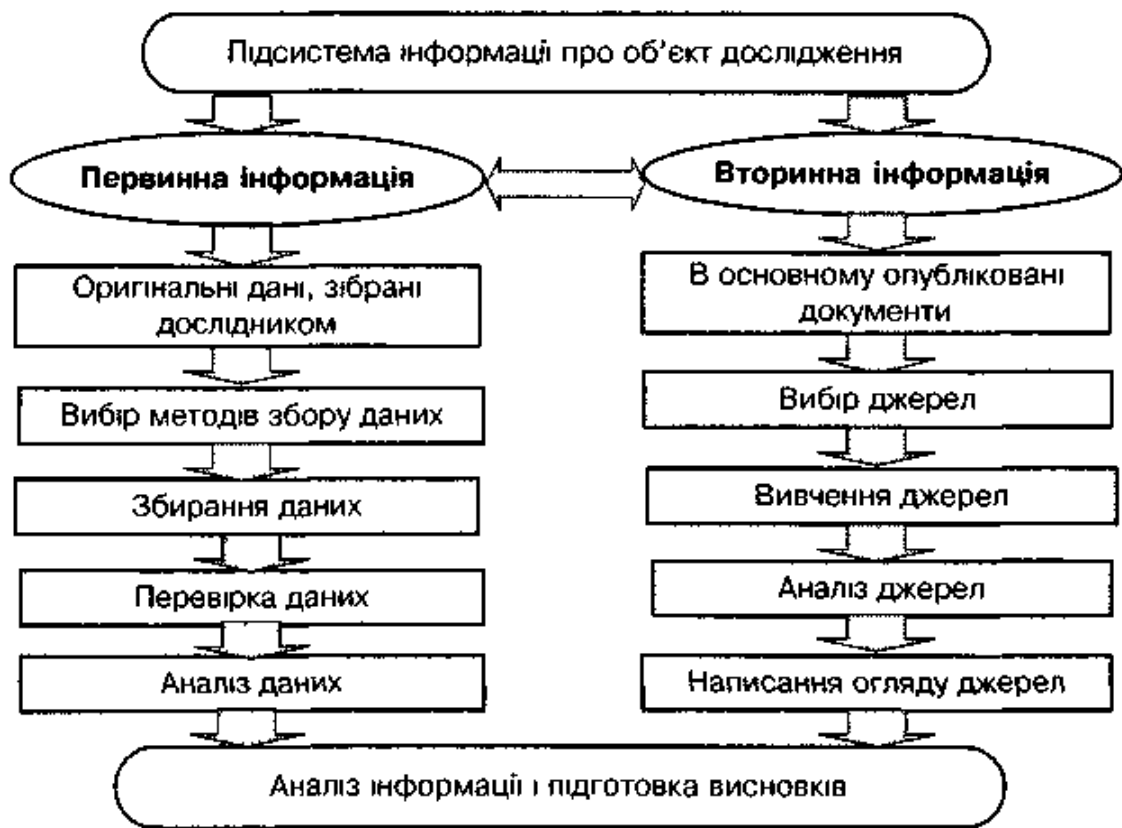
**Інформація є доказом** обґрунтованості наукових положень у роботі, їх достовірності й новизни.

**Достовірність** — це достатня правильність, те, що не викликає сумнівів, доказ того, що названий результат (закон, закономірність, сукупність фактів та ін.) є істинним, правдивим. Достовірність — це повторюваність результату за одних і тих же умов при багатьох перевірках на багатьох об'єктах.

**Підсистема інформації про об'єкт (предмет) дослідження** — це систематична діяльність з отримання інформації, необхідної для вирішення його мети і завдань.

До неї входять відбір джерел з теми дослідження, їх аналіз, вибір методів, збір даних, їх обробка та аналіз для отримання інформації (первинної і

вторинної) для вирішення конкретної проблеми. Детальніше цей процес можна подати у вигляді схеми.



Для отримання потрібної інформації з певної теми необхідна реалізація таких етапів:

- *Розробка концепції дослідження:*
  - *визначення мети і завдань дослідження;*
  - *постановка проблеми;*
  - *формування робочої гіпотези;*
  - *визначення системи показників;*
- *Отримання та аналіз вторинної інформації.*
- *Отримання та аналіз емпіричних даних.*
  - *розробка інструментарію для дослідження;*
  - *процес отримання даних;*

- обробка та аналіз даних;
- Формування основних висновків і оформлення результатів дослідження.
  - підготовка висновків і рекомендацій;
  - оформлення результатів дослідження.

2 Пошук вторинної інформації щодо об'єкту наукових експериментальних досліджень

**Знання опублікованих (вторинних) джерел інформації з теми дослідження — неодмінна умова забезпечення якості наукового дослідження.**

Воно дає змогу глибше осмислити науковий матеріал, що міститься в опублікованих працях інших учених, оскільки основні питання проблеми майже завжди викладено в більш ранніх дослідженнях.

*Для складання списку джерел з вибраної теми доцільно використовувати наявні в бібліотеках:*

***систематичні каталоги**, в яких назви творів розташовані за галузями знань*

***абеткові каталоги**, в яких картки на книжки розташовані в алфавітному порядку прізвищ авторів чи назв;*

***предметні каталоги**, що містять назви творів із конкретних проблем і питань;*

***бібліографічні й довідкові видання** (посібники і покажчики з окремих тем і розділів);*

***виноски і посилання** в монографіях, підручниках, енциклопедіях, енциклопедичних словниках та ін.*

**Слід виявити основні періодичні видання з вибраної проблематики.**

Відбираючи основні матеріали, слід звернутися до покажчиків статей, опублікованих протягом календарного року і розміщених у кінці останнього номера журналу за кожний рік видання.

Далі слід створити **картотеку** (або список) літературних джерел з теми. Добре складена картотека (список) навіть при побіжному перегляді назв джерел допомагає охопити тему в цілому. На її основі можна вже на самому початку дослідження уточнити структуру дисертації.

Визначення стану вивченості теми доцільно розпочинати зі знайомства з **інформаційними виданнями**, які містять оперативні систематизовані відомості про документи (опубліковані, неопубліковані), найсуттєвіші сторони їх змісту. Інформаційні видання на відміну від звичайних бібліографічних посібників включають не лише відомості про надруковані праці, а й ідеї та факти, що в них містяться.

До основних інститутів і організацій України, які здійснюють централізований збір і обробку основних видів опублікованих документів, належать: **Книжкова палата України, Український інститут науково-технічної та економічної інформації, Національна бібліотека України ім. В.І. Вернадського та інші бібліотечно-інформаційні установи загальнодержавного або регіонального рівня.**

Основна маса посібників названих вище інститутів і організацій поділяється на три види: **бібліографічні, реферативні та оглядові.**

**Бібліографічні видання** містять упорядковану сукупність бібліографічних записів, показують, що видано з питання, яке цікавить спеціалістів. Бібліографічні описи виконують дві функції. Вони сповіщають про появу документа (сигнальна функція і повідомляють необхідні відомості про його місцезнаходження (адресна функція). З бібліографічних записів складають покажчики і бібліографічні списки.

**Реферативні видання** містять публікації рефератів, що включають скорочений виклад змісту первинних документів (або їх частин) з основними фактичними даними і висновками. До реферативних видань належать реферативні журнали, реферативні збірники, експрес-інформації, інформаційні листівки та ін.

Поряд із інформаційними виданнями органів НТІ для інформаційного

пошуку слід використовувати **автоматизовані інформаційно-пошукові системи, бази і банки даних, Iniegnеі.**

Особливе значення для пошуку та аналізу літератури, що видана в минулі роки, має **ретроспективна бібліографія**, призначенням якої є підготовка і розповсюдження бібліографічної інформації про твори друку за певний період часу в минулому.

Широке використання бібліографічних покажчиків, баз і банків даних, а також *Iniegnеі* забезпечить повноту відбору опублікованих і неопублікованих джерел з досліджуваної теми.

3 Отримання та аналіз первинної інформації щодо об'єкту наукових експериментальних досліджень

Для підтвердження достовірності висновків і результатів дослідження, перевірки робочої гіпотези, конкретизації проблеми важливе значення має **первинна інформація**, яка є складовою підсистеми інформації.

**Робоча гіпотеза** дослідження — це своєрідний алгоритм вирішення досліджуваної теми; вона допомагає встановити межі і основні напрями дослідження. Робоча гіпотеза має забезпечити **достовірність, передбачуваність, перевірку** положень на емпіричному матеріалі.

Для збору первинної інформації можна використати кілька методів отримання даних: **опитування, спостереження, експеримент, панель, тестування, анкетування** тощо. Кожний із названих вище методів може бути реалізованим за допомогою відповідного лише цьому методу **джерела інформації: анкета, опитувальний лист, тест.**

Первинна і вторинна інформація, зібрана в результаті проведеного дослідження, обробляється за допомогою сучасних статистичних методик і моделей. Основні результати досліджень — висновки і рекомендації — мають бути аргументованими і достовірними. Виклад сутності проведеного дослідження здійснюється в першому розділі основної частини роботи, де

висвітлюється мета дослідження, для кого і як це проводилося, дається характеристика вибірки, термін проведення, методи збору інформації, джерела отримання інформації.

4 Приклад проведення наукового експерименту на моделях об'єктів дослідження у транспортних системах

*Об'єкт експериментального дослідження – транспортний потік.*

*Предмет експериментального дослідження – процес прибуття транспортних засобів до перетину дороги.*

*Одним зі способів перевірки отриманих даних є прийняття допущення про те, що дані про прибуття додержуються деякого розподілу, а потім це допущення перевіряється за допомогою критерію  $\chi^2$ -квадрат. Дані про прибуття автомобілів приведені в таблиці (360 інтервалів тривалість 10 с).*

*Перевіримо гіпотезу про їх пуассоновском розподіл.*

Число автомобілей в інтервалі $x$	Емпирическая частота $f$	Теоретическая частота $F$	Отношение квадрата эмпирической частоты к теоретической частоте $f^2/F$
0	139	129,6	149,1
1	128	132,4	123,7
2	55	67,7	44,7
3	25	23,1	27,1
4	13	7,2	23,5
	<u>360</u>	<u>360,0</u>	<u>368,1</u>

*Середнє дорівнює 1,022*

$$\chi^2 = \sum \frac{f^2}{F} - n = 368,1 - 360,0 = 8,1.$$

*Дисперсія дорівнює 1,200*

$$\chi_{0,05}^2 = 7,81 < 8,1.$$

*Отже, гіпотеза про пуассоновском розподіл відкидається.*

*Розглянемо повторно цей приклад, де використаний негативний біноміальний розподіл з тими ж значеннями середнього і дисперсії й отримана дуже гарна відповідність.*



Число автомобилей в интервале $x$	Эмпирическая частота $f$	Теоретическая частота $F$	Отношение квадрата эмпирической частоты к теоретической частоте $f^2/F$
0	139	138,0	140,0
1	128	121,5	134,9
2	55	63,1	47,9
3	25	25,2	24,8
4	13	12,2	13,8
	<u>360</u>	<u>360,0</u>	<u>361,4</u>

Середнє дорівнює 1,022

$$\chi^2 = \sum \frac{f^2}{F} - n = 361,4 - 360,0 = 1,4.$$

Дисперсія дорівнює 1,200

$$\chi_{0,05}^2 = 5,99 > 1,4.$$

Отже, гіпотеза про пуассоновском розподіл приймається.

Пояснення даного факту наступне.

Імовірність  $p < 1$ , то дисперсія завжди більше середнього. Будь-яка зміна параметра пуассоновского розподілу, наприклад збільшення імовірності появи однієї події під впливом іншої події, приводить до збільшення дисперсії розподілу щодо середнього, тому негативний біноміальний розподіл забезпечує краща відповідність емпіричним даним.

Процедура підбора дискретного розподілу для емпіричних даних полягає в наступному. Спочатку обчислюється середнє значення  $\bar{x}$  і дисперсія  $s^2$ . Якщо середнє і дисперсія приблизно однакові, то для обчислення теоретичних імовірностей можна використовувати пуассоновское розподіл. Однак якщо дисперсія значно більше середнього, то можна використовувати негативний біноміальний розподіл. Якщо ж дисперсія значно менше середнього, то можна використовувати біноміальний розподіл. В останніх двох випадках для оцінки параметрів розподілу середнє і дисперсія, отримані для емпіричних даних порівнюються першим двом моментам шуканого розподілу.

Після того як параметри розподілів визначені, за допомогою функції  $P(x)$  обчислюється імовірність появи  $x$  подій при будь-якому іспиті (у будь-якому інтервалі часу)

## Лекція 5

## Проведення експерименту на імовірнісних моделях об'єктів дослідження у транспортних системах.

## 1 Загальні підходи формування експериментальних даних на імовірнісних моделях об'єктів дослідження в транспортних системах

*При проведенні теоретичних досліджень експеримент на імовірнісних моделях вимагає формування двох груп даних:*

- результати моделювання досліджуваного об'єкта;
- результати спостереження за реальним об'єктом дослідження.

*Основні принципи формування зазначених груп даних:*

- дані за результатами моделювання повинні збиратися для умов, у яких буде спостерігатися реальний об'єкт дослідження.
- дані повинні формуватися у виді відповідних пар. У парі присутні дані теоретичні і емпіричні (вони ж експериментальні).
- по парне порівняння групи даних переважає відповідність одиниць виміру.

*При проведенні емпіричних досліджень експериментальні дані можуть бути сформовані на етапі попередніх спостережень, можуть бути зібрані у виді додаткової інформації, що буде досліджуватися на предмет підтвердження результатів емпіричного дослідження для інших об'єктів. Складені групи даних обробляється на предмет з'ясування наявності між ними математичного зв'язку, найчастіше шукається лінійний математичний зв'язок. Оброблені групи даних по зазначеним вище умовах займаються з використанням методів дисперсійного, кореляційного і регресійного аналізу.*

Послідовно розглянемо далі.

## 2 Дисперсійний аналіз при проведенні експерименту на імовірнісних моделях об'єктів дослідження в транспортних системах

*Дисперсійний аналіз є статистичним методом аналізу результатів спостереження залежних від по-різному одночасно діючих факторів з метою вибору найбільш значимих факторів, а також з метою виявлення взаємозв'язку факторів і об'єкта дослідження.*

Дисперсійний аналіз припускає наявність визначеного математичного зв'язку між дисперсіями даних, що були зібрані в результаті моделювання об'єкта дослідження і спостереження за реальним об'єктом. Якщо зв'язку існують, то дисперсія даних зв'язані один з одним. Чим суттєвий зв'язок, тим ближче значення дисперсії друг до друга.

*У залежності від кількості факторів, що беруть участь у дисперсійному аналізі припускають застосування однофакторного, двох і багатфакторного дисперсійного аналізу.*

Досліджується вплив фактора, що міняється на  $k$ -рівнях. На кожному рівні проведено  $n$ -спостережень, таким чином загальна кількість даних складає добуток  $k$  і  $n$ . По зібраним даним формуються таблиця або матриця значень. Розрахунки проводяться з метою оцінки дисперсії розкиду даних на предмет з'ясування фактора на досліджуваний результат.

	Рівні А			
№ спостереження	$A_1$	$A_2$	...	$A_k$
1	$X_{11}$	$X_{21}$	...	$X_{k1}$
2	$X_{12}$	$X_{22}$	...	$X_{k2}$
...	...	...	...	...
$n$	$X_{1n}$	$X_{2n}$	...	$X_{kn}$

Після складання матриці проводиться оцінка дисперсії результатів:

$$S^2 = \frac{1}{kn-1} \left[ \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n X_{ij}^2 - \frac{1}{kn} \left( \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n X_{ij} \right)^2 \right].$$

Отримане значення порівнюють з оцінкою дисперсії, що розкриває вплив фактора А і розраховується по наступній формулі:

$$S_A^2 = \frac{n}{k-1} \sum \left[ \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n X_{ij} - \frac{1}{kn} \left( \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n X_{ij} \right) \right]^2.$$

Отримане значення порівнюємо з попередньої наступним шляхом:

$$\frac{S_A^2}{S^2} > F\alpha [k-1; k(n-1)],$$

де  $F\alpha$  – альфаквантиль F розподілу для числа ступенів волі  $k-1$  і  $k(n-1)$ .

*Якщо умова виконується, то зв'язок між факторам А і функції відгуку існує.*

*Матриця повинна формуватися з урахуванням пропорції вимірів значень фактора і функції відгуку. Число значень по рівнях і спостереженням повинне бути не більш трьох. Якщо коштує задача в дослідженні впливу декількох факторів на функцію відгуку проводять двох, трьох і багатofакторний дисперсійний аналіз.*

### 3 Кореляційний аналіз при проведенні експерименту на імовірнісних моделях об'єктів дослідження в транспортних системах

*Кореляційний аналіз припускає вивчення залежності між випадковими величинами з одночасною кількісною оцінкою ступеня не випадковості їхнього спільного виміру. Передбачається проведення досліджень як мінімумом між двома випадковими величинами, що представлені у виді групи чисел попарно сформованими для окремих проявів об'єкта дослідження.*

У транспортних системах більшість експериментальних досліджень припускає підтвердження розроблених теоретичних моделей експериментальними даними. **Класичний кореляційний аналіз припускає вивчення залежності між випадковими величинами за допомогою оцінки коефіцієнта кореляції.** Коефіцієнт кореляції припускає наявність лінійної залежності у відхиленні значень пара крапок. Коефіцієнт кореляції прийнятий розраховувати по наступній формулі:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}},$$

де  $n$  – кількість пар крапок, що досліджуються на предмет наявності лінійного зв'язку;  $x_i$  – дані за результатами теоретичного моделювання;  $y_i$  – дані за результатами спостереження за реальним об'єктом спостереження за реальним об'єктом дослідження.

Отримане значення коефіцієнта кореляції порівнюється з нормативним, котре вибирається з урахуванням довірчого інтервалу і числа ступенів волі. У нашому випадку число ступенів волі  $n-1$ . Якщо отримане значення коефіцієнта кореляції більше нормативного гіпотеза про лінійний зв'язок між даними підтверджується. Отже, теоретичні моделі підтверджуються практичними спостереженнями.

## Лекція 6

Проведення експерименту на детермінованих моделях об'єктів дослідження у транспортних системах.

1 Загальні підходи формування експериментальних даних на детермінованих моделях об'єктів дослідження в транспортних системах

*При проведенні теоретичних досліджень експеримент на детермінованих моделях вимагає формування двох груп даних:*

- результати моделювання досліджуваного об'єкта;
- результати спостереження за реальним об'єктом дослідження.

*Основні принципи формування зазначених груп даних:*

- дані за результатами моделювання повинні збиратися для умов, у яких буде спостерігатися реальний об'єкт дослідження.
- дані повинні формуватися у виді відповідних пар. У парі присутні дані теоретичні і емпіричні (вони ж експериментальні).
- по парне порівняння групи даних переважає відповідність одиниць виміру.

*При проведенні емпіричних досліджень експериментальні дані можуть бути сформовані на етапі попередніх спостережень, можуть бути зібрані у виді додаткової інформації, що буде досліджуватися на предмет підтвердження результатів емпіричного дослідження для інших об'єктів.*

## 2 Виконання експериментальних досліджень на детермінованих моделях в умовах проведення інженерного експерименту

*Теорія планування експерименту в основному призначена для рішення типових завдань дослідження. Ці завдання не призначені для одержання кардинально нових даних про властивості природи, здійснення наукових відкриттів. Теорія планування експерименту може багато в чому полегшити роботу експериментатора, підвищити її ефективність при проведенні звичайних експериментів, тобто експериментів, які становлять основну частину сучасної експериментальної діяльності вчених і інженерів. Забезпечує доказовість і достовірність результатів.*

*Математичним апаратом теорії планування експерименту є теорія ймовірностей, математична статистика, а також деякі розділи прикладної математики. Ключове місце тут, звичайно, займає математична статистика, яка іноді розглядається як мова, якою викладається теорія планування експерименту.*

Історично планування експерименту одержало свій початок в роботах Р. Фишера, а потім формувалося й перетворювалося в теорію під впливом праць Дж. Боксу й Дж. Кифера.

В теорії планування експерименту виробилася певна система основних понять і термінів. Приведемо найбільш важливі з них.

***Об'єкт дослідження (ОД)** є носієм деяких невідомих і підлягаючих вивченню властивостей і якостей. Вважається, що дослідник володіє тією або іншою апріорною інформацією про об'єкт, хоча б зразковим переліком змінних, що впливають на властивості об'єкта.*

Як правило, будь-який об'єкт дослідження можна представити у вигляді «чорного ящика» з певною кількістю входів і виходів (рисунок 3.1). Виділяють:

1) вхідні контрольовані і керовані змінні, якими дослідник може варіювати за своїм розсудом: вектор  $X = \|x_1, x_2, \dots, x_n\|$  (наприклад: швидкість

транспортного засобу, тривалість горіння зеленого сигналу світлофорів ...);

2) вхідні контрольовані, але некеровані змінні: вектор  $Z = \|z_1, z_2, \dots, z_k\|$  (наприклад: інтенсивність руху, склад потоку, дистанція між транспортними засобами ...);

3) вихідні показники (характеристика досліджуваних властивостей або якостей об'єкта): вектор  $Y = \|y_1, y_2, \dots, y_i\|$  (наприклад: показники аварійності, пропускна здатність ...).

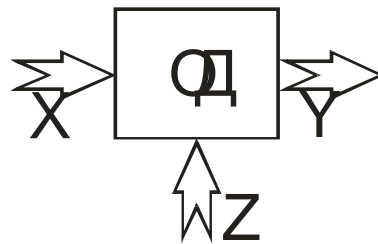


Рисунок - Структурна схема об'єкта дослідження.

Змінні  $X$  і  $Y$  прийнято називати факторами. Фактори можуть мінятися в часі як детерміновані (найчастіше фактори  $X$ ), або випадкові (найчастіше фактори  $Z$ ) змінні. Простір контрольованих змінних утворює так званий факторний простір [1].

*Вихідну змінну  $Y$  - залежну змінну об'єкта - називають відгуком [1, 2]. Залежність відгуку від розглянутих факторів  $X, Z$  - функцією відгуку [1, 2].*

Відзначимо, що об'єктами дослідження в практиці планування можуть бути:

- а) реальні фізичні об'єкти (транспортний потік, дорожні умови, транспортний засіб і т.д.);
- б) математичні моделі реальних об'єктів (моделі у вигляді сукупностей нелінійних диференціальних рівнянь, моделі імітаційного, програмного характеру).



**Математична модель об'єкта дослідження** - це певна фраза мовою математики, що змістовно відбиває ті або інші властивості досліджуваного об'єкта, зокрема структуру й кількісні зв'язки, що його характеризують. Математичні моделі, що використовуються в плануванні експерименту, як правило, зображуються символами й називаються знаковими моделями [1, 2].

Основною особливістю будь-якої експериментальної моделі є те, що подібна модель не може точно описати поведження об'єкта в будь-якому конкретному випадку. Статистична модель описує поведження об'єкта в середньому, характеризуючи не випадкові властивості об'єкта, які повною мірою можуть виявитися лише при багаторазовому повторенні експериментів у незмінних умовах.

На практиці найбільше поширення одержали **регресійні моделі**, лінійні за параметрами (тобто змінні в рівнянні у першому ступені), які можуть бути представлені в формі:

$$y = \beta_0 f_0(X, Z) + \beta_1 f_1(X, Z) + \dots + \beta_d f_d(X, Z), \quad (1)$$

де  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_d$  - параметри моделі [1].

**Експеримент** - це система операцій, впливів і (або) спостережень, спрямованих на одержання інформації про об'єкт при дослідницьких випробуваннях [2].

**Опит** - це відтворення досліджуваного явища в певних умовах проведення експерименту при можливості реєстрації його результатів. Опит - окрема елементарна частина експерименту [2].

**План експерименту** - сукупність даних, що визначають число, умови й порядок реалізації опитів [2].

Планування експерименту - вибір плану експерименту, що задовольняє заданим вимогам. У більш загальному змісті під плануванням експерименту розуміють всю сукупність дій, спрямованих на розробку стратегії експериментування від початкових до заключних етапів вивчення об'єкта дослідження (від одержання апріорної інформації до створення працездатної

математичної моделі або визначення оптимальних умов). Іншими словами, планування експерименту - це цілеспрямоване керування, що реалізується в умовах неповного знання механізму досліджуваного явища.

*Прийнято підрозділяти експеримент на пасивний і активний. При пасивному експерименті існують тільки фактори групи Z і експериментатор перебуває в положенні пасивного спостерігача, що фіксує зміни факторів Z і відгуку Y (наприклад збір статистики ДТП, вимір швидкості одиночних автомобілів транспортного потоку). Найбільш безпечним експериментом з організації дорожнього руху є пасивний експеримент.*

В зв'язку з тим, що рівняння регресії (3.1) побудоване на лінійних залежностях між окремими факторами й результатом розрахунку, при складанні плану проведення окремих опитів застосовується дворівнева система моделювання змін значень факторів, бо дві крапки визначають лінійну залежність. Для забезпечення більш точного визначення вказаної залежності, два значення окремого фактору призначають з максимальним інтервалом між ними, тобто мінімальне та максимальне значення окремого фактору. Половину різниці між вказаними значеннями прийнято називати інтервалом варіювання фактору  $X_i$  (хоча безпосереднього варіювання в експерименті немає):  $\Delta X_i$ ,

$$\Delta X_i = \frac{X_{i\max} - X_{i\min}}{2}. \quad (2)$$

*Закладені лінійні залежності між окремими факторами й результатом в рівнянні регресії (1) дозволяють відійти від реальних значень факторів до значень у частках від одиниці, так як відсутнє варіювання, в розрахунках будуть застосовуватись тільки два значення факторів у частках від одиниці - 1 та +1, відповідно до максимального та мінімального значення фактору. Вказану операцію прийнято називати нормалізацією факторів та позначати відповідний фактор як  $x_i$ , який зрозуміло має тільки два значення: +1 та -1.*

Застосування безрозмірних змінних (факторів)  $x_i$  істотно полегшує математичні викладення, особливо при оцінці впливу на результат комбінації факторів, й запис кінцевих результатів.

*Матриця плану* - стандартна форма запису умов проведення експериментів у вигляді таблиці, рядки якої відповідають опитам, а стовпці - факторам; розмір матриці плану ( $N \times n$ ).

Плани першого порядку призначені для експериментального одержання лінійних регресійних моделей, тобто моделей вигляду [1]:

$$\varphi(X_1, X_2, \dots, X_n) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_n X_n. \quad (3)$$

Однофакторний експеримент передбачає почергове варіювання кожного з факторів, у той час як всі інші фактори стабілізовані на деякому рівні. Оскільки, як відзначалося, для одержання лінійної моделі досить, щоб кожен з факторів фіксувався всього на двох рівнях, матриця плану експерименту для  $n$  факторів буде мати вигляд згідно таблиці 1. Принцип побудови матриці плану полягає у послідовній переборці всіх комбінацій верхніх та нижніх меж окремих факторів, що є достатнім для лінійних залежностей та забезпечує охоплення граничних станів умов експерименту, які визначаються поточною комбінацією граничних значень всіх факторів, що застосовувались в експерименті.

*На практиці, в залежності від можливостей експериментатора впливати на фактори або тільки спостерігати за зміною факторів, фіксуються ті результати опитів, які відповідали необхідній комбінації граничних значень факторів у відповідному номері опиту за даними таблиці 1.*

Таблиця 1 - План експерименту для  $n$  факторів

№ опиту	1 – й фактор $x_1$	2 – й фактор $x_2$	...	$n$ – й фактор $x_n$
1	-1	0	...	0
2	+1	0	...	0
3	0	-1	...	0
4	0	+1	...	0
...	...	...	...	...
N-1	0	0	...	-1
N	0	0	...	+1

Розглянута матриця плану дозволяє визначити всі коефіцієнти лінійної моделі (3).

За таким же принципом план експерименту для трьох нормованих факторів  $x_1, x_2, x_3$ , буде мати такий вигляд:

Таблиця 2 – План експерименту для трьох факторів

№ опиту	1 – й фактор $x_1$	2 – й фактор $x_2$	3 – й фактор $x_3$	№ опиту	1 – й фактор $x_1$	2 – й фактор $x_2$	3 – й фактор $x_3$
1	-1	-1	-1	5	-1	-1	+1
2	+1	-1	-1	6	+1	-1	+1
3	-1	+1	-1	7	-1	+1	+1
4	+1	+1	-1	8	+1	+1	+1

У загальному випадку для запису плану експерименту необхідно користуватися простим правилом: спочатку записується стовпець  $x_i$  починаючи з «—1» у першому рядку й по черзі змінюючи знаки при переході до чергового рядка; для кожного наступного стовпця частота зміни знаків в 2 рази менше.

Таблиця 3 – План експерименту для трьох факторів з урахуванням сумісних взаємодій факторів

№ опиту	$x_0$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_1x_2$	$x_1x_3$	$x_2x_3$	$x_1x_2x_3$
1	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1
2	+1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1
3	+1	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1
4	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1
5	+1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1
6	+1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	-1
7	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1
8	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1

Для випадку ПФТ  $2^3$  (таблиця 3.3) загальна модель має вигляд:

$$\begin{aligned} \varphi(x) = & \beta_0 + \beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot x_2 + \beta_3 \cdot x_3 + \beta_{1,2} \cdot x_1 \cdot x_2 + \\ & + \beta_{1,3} \cdot x_1 \cdot x_3 + \beta_{2,3} \cdot x_2 \cdot x_3 + \beta_{1,2,3} \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3. \end{aligned} \quad (4)$$

де  $\beta_0$  – вільний член рівняння регресії;

$\beta_1, \beta_2, \beta_3$  – лінійні члени рівняння регресії;

$\beta_{1,2}, \beta_{1,3}, \beta_{2,3}$  – члени рівняння регресії при парних взаємодіях факторів;

$\beta_{1,2,3}$  – член рівняння регресії при потрібній взаємодії факторів.

При практичній реалізації планів експериментів першого порядку дослідник попередньо повинен:

а) вибрати фактори, які будуть застосовані у експерименті  $X_i$ , та їх кількість –  $n$ ;

б) визначити мінімально необхідну кількість опитів  $N$ , для забезпечення можливості розрахунку коефіцієнтів рівняння регресії  $\beta$ ;  $N=2^n$  ( $2$  – в експерименті застосовується два значення окремого фактору) [1];

в) побудувати план експерименту для  $n$  факторів на  $N$  опитів, згідно розглянутих раніше правил його побудови;

г) провести  $N$  опитів згідно вимог плану експерименту;

д) обробити результати експерименту.

Алгоритм обробки містить в собі наступні основні етапи:

1. Перевірка відтворюваності експерименту. Проводиться шляхом оцінки дисперсій результатів опитів за окремими рядками плану (докладно розглянуто у відповідній літературі [1]).

2. Обчислення оцінок коефіцієнтів регресії. Оцінки  $\beta_i$  коефіцієнтів регресії знаходяться методом найменших квадратів, причому в цьому випадку розрахункові формули мають досить простий вигляд, для плану експерименту з трьома факторами мають вид:

$$\begin{aligned}\beta_0 &= (\sum_{g=1}^N \bar{y}_g) / N; \\ \beta_i &= (\sum_{g=1}^N (x_{ig} \cdot \bar{y}_g)) / N; \\ \beta_{1,2} &= (\sum_{g=1}^N (x_1 x_2)_g \cdot \bar{y}_g) / N; \\ \beta_{1,3} &= (\sum_{g=1}^N (x_1 x_3)_g \cdot \bar{y}_g) / N; \\ \beta_{2,3} &= (\sum_{g=1}^N (x_2 x_3)_g \cdot \bar{y}_g) / N; \\ \beta_{1,2,3} &= (\sum_{g=1}^N (x_1 x_2 x_3)_g \cdot \bar{y}_g) / N,\end{aligned}\quad (5)$$

де  $g$  – номер поточного опиту,  $g=1 \dots N$ ;

$\bar{y}_g$  – значення результату опиту з номером  $g$ , яке отримано експериментально; змінюється від  $\bar{y}_1$  до  $\bar{y}_N$ ;

$x_{ig}$  – значення окремого  $i$ -го фактору у опиті з номером  $g$ ;

$(x_1x_2)_g$  – значення комбінації факторів  $x_1$  та  $x_2$  у опиті з номером  $g$ ;

$(x_1x_3)_g$  – значення комбінації факторів  $x_1$  та  $x_3$  у опиті з номером  $g$ ;

$(x_2x_3)_g$  – значення комбінації факторів  $x_2$  та  $x_3$  у опиті з номером  $g$ ;

$(x_1x_2x_3)_g$  – значення комбінації трьох факторів  $x_1$ ,  $x_2$  та  $x_3$  у опиті з номером  $g$ .

4. Визначення дисперсій оцінок коефіцієнтів регресії (розглянуто в літературі [1]), якщо ступінь точності експерименту 85% й вище, не виконується.

Кінцевим результатом після перевірки значимості всіх коефіцієнтів регресії є рівняння регресії, що містить лише змінні з коефіцієнтами.

5. Розрахунок прогнозованих за рівнянням регресії значень відгуку  $\hat{y}_g$ . Прогнозовані значення визначаються шляхом підстановки в (3.4) значень  $x_i$ , що відповідають всім опитам плану експерименту. В результаті одержуємо  $N$  значень  $\hat{y}: \hat{y}_1, \hat{y}_2, \dots, \hat{y}_N$ .

Обчислення вибіркової дисперсії  $S^2$ , що інтегрально оцінює ступінь розсіювання розрахункових  $\hat{y}_g$  відносно експериментальних  $\bar{y}_g$  здійснюється за формулою:

$$S^2 = \frac{\sum_{g=1}^N (\hat{y}_g - \bar{y}_g)^2}{N}. \quad (6)$$

Точність отриманого рівняння (в %) розраховується наступним чином:

$$\Delta = \frac{\sqrt{S^2}}{\frac{1}{N} \sum \hat{y}_g} \cdot 100. \quad (7)$$

## Лекція 7

Математичні методи обробки даних за результатами експерименту.

1 Загальні положення щодо критеріїв відповідності експериментальних даних теоретичним

*Гіпотеза, що спрямована на перевірку про збіг двох функцій розподілу (експериментальної і теоретичної) називається нульовий.*

Нульова гіпотеза при застосуванні загальних критеріїв згоди записується у формі

$$H_0: F_n(x) = F(x),$$

де  $F_n(x)$  — емпірична функція розподілу імовірностей;  $F(x)$  — гіпотетична функція розподілу імовірностей.

*Усі відомі загальні критерії згоди можна розбити на три основні групи:*

—критерії, засновані на вивченні різниці між теоретичною щільністю розподілу й емпіричної гистограммой;

—критерії, засновані на відстані між теоретичною й емпіричною функціями розподілу імовірностей;

—кореляційно-регресійні критерії, засновані на вивченні кореляційних і регресійних зв'язків між емпіричними і теоретичними порядковими статистиками.

Крім критеріїв, що входять у перераховані групи, відомий ряд критеріїв, що використовують специфічні характеристичні властивості різних розподілів.

2 Критерій відповідності  $\chi^2$ 

Критерій заснований на порівнянні емпіричної гистограми розподілу випадкової величини з її теоретичною щільністю. Діапазон зміни експериментальних даних розбивається на  $k$  інтервалів, і підраховується статистика

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - np_i)^2}{np_i},$$

де  $n_i$  — кількість значень випадкової величини, що потрапили в  $i$ -й інтервал;  $n = \sum_{i=1}^k n_i$  — обсяг вибірки;  $F(x)$ -гіпотетичний теоретичний закон розподілу імовірностей випадкової величини;  $p_i = F(x_{i+1}) - F(x_i)$  — теоретична імовірність улучення випадкової величини  $i$ -й інтервал. Дисперсія статистики критерію  $\chi^2$  дорівнює

$$D(\chi^2) = 2(k-1) + \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^k \frac{1}{p_i} - k^2 - 2k + 2 \right).$$

Якщо  $\sum_{i=1}^k \frac{1}{p_i} \ll n$  и  $k \ll n$ , то  $D(\chi^2) = 2(k-1)$ , т. е. збігається з

дисперсією випадкової величини, що має  $\chi^2$  - розподіл. На цій основі прийнято вважати, що статистика  $\chi^2$  має розподіл, близьке до розподілу  $\chi^2$ -квадрат.



На потужність статистичного критерію  $\chi^2$  сильний вплив робить число інтервалів розбивки гистограми  $k$  і порядок її розбивки (тобто вибір довжин інтервалів усередині діапазону зміни значень випадкової величини). На практиці прийнято вважати, що статистику  $\chi^2$  можна використовувати, коли  $np_i > 5$ .

Рекомендується при  $n > 200$  вибирати  $k$  з умови

$$k = 4 \{0,75(n - 1)^2\}^{\frac{1}{5}} \approx 3,78(n - 1)^{\frac{2}{5}}.$$

Однак деякими авторами показано, що потужність критерію  $\chi^2$  зі збільшенням числа класів розбивки знижується, і оптимальна потужність відповідає 10. Укажемо також на наступні правила вибору  $k$ :

$$k = 1 + 3,32 \lg n, \quad k = b \left\{ \frac{\sqrt{2}(n - 1)}{u_\beta + u_{1-\beta}} \right\}^{\frac{2}{5}}$$

де  $\alpha, \beta$  — помилки першого і другого роду;  $b$  — коефіцієнт із діапазону 2...4...4 (для простої гіпотези  $\beta = 0,05$  рекомендується  $b = 4$ ;  $u$  — квантиль стандартної нормальної розподіли.

Правило перевірки гіпотези просто:

$$\sum_{i=1}^k \frac{(n_i - np_i)^2}{np_i} > \chi_\alpha^2(f),$$

те на рівні значимості  $\alpha$ , т. е. з вірогідністю  $(1 - \alpha)$  нульова гіпотеза відхиляється, якщо навпаки — підтверджується.

### 3 Приклад застосування критерію відповідності $\chi^2$

Маємо ряд вибірових значень швидкості транспортних засобів у перетині магістральної дороги, дані представляємо у виді випадкової величини, і розташовуємо в порядку зростання, виміри проводилися безупинно в період години пік, число вимірів ( $n = 100$ ):

43	76	84	91	95	101	105	114	122	129
54	77	84	91	96	101	106	114	122	132
56	77	85	91	96	101	107	115	122	134
57	78	85	91	96	103	107	116	123	136
61	78	86	92	97	103	107	116	124	136
64	79	87	92	97	104	108	116	124	138
67	79	87	93	98	104	111	117	125	143
73	82	87	93	98	104	112	118	125	143
74	82	88	93	99	104	113	118	125	145
76	83	89	95	101	105	114	119	126	150

Необхідно перевірити критерієм  $\chi^2$  гіпотезу про те, що розподіл випадкової величини не суперечить нормальному законові з параметрами  $\mu = 101$  и  $\sigma = 16$  на рівні значимості  $\alpha = 0,1$ .

Спочатку прийmemo рішення, на яке количество класів варто розбити гистограму емпіричного розподілу. Різні рекомендації дають наступні результати (приймемо  $\alpha = 0,1$  и  $\beta = 0,2$ ):

$$k = 4 \cdot [0,75 \cdot (n - 1)^2]^{\frac{1}{5}} = 4 \cdot (0,75 \cdot 0,99^2)^{\frac{1}{5}} = 24; \quad k = 1 + 3,32 \ln n = 1 + 3,32 \ln 100 = 8.$$

З огляду на, що перша рекомендація ефективна при  $n > 200$ , і виходячи з обмеження, прийmemo  $k = 8$ .

Нехай  $x_i$  і  $x_{i+1}$  — границі  $i$ -го класу розбивки. Тоді теоретична імовірність улучення випадкової величини в цей інтервал дорівнює

$$F\left(\frac{x_{i+1} - \mu}{\sigma}\right) - F\left(\frac{x_i - \mu}{\sigma}\right) = p_i,$$

де  $F(\dots)$  — функція стандартного нормального розподілу.

Для перебування  $F(\dots)$  можна використовувати або таблиці, або апроксимації. Приведемо одну апроксимацію

$$F(x) = 1 - 0,852 \cdot \exp\left\{-\left(\frac{x + 1,5774}{2,0637}\right)^{2,34}\right\}, \quad x > 0.$$

При  $x < 0$  використовується співвідношення  $F(-x) = 1 - F(x)$ .

Імовірність улучення випадкової величини в інтервал, де  $x_i = 90$  і  $x_{i+1} = 100$ , дорівнює  $x_i < x \leq x_{i+1}$ ,

$$\begin{aligned} p_i &= F\left(\frac{100 - 101}{16}\right) - F\left(\frac{90 - 101}{16}\right) = F\left(-\frac{1}{16}\right) - F\left(-\frac{11}{16}\right) = \\ &= 1 - F\left(\frac{1}{16}\right) - 1 + F\left(\frac{11}{16}\right) = F\left(\frac{11}{16}\right) - F\left(\frac{1}{16}\right) = 0,229367. \end{aligned}$$

Виберемо границі класів розбивки з умови рівномірної розбивки діапазону зміни випадкової величини на 8 класів, з умовою влучення в крайні класи не менш 5 спостережень. Результати зведемо в таблицю:

$i$	$x_i$	$n_i$	$F(x_{i+1})$	$F(x_i)$	$p_i$	$np_i$	$(n_i - np_i)^2$	$\frac{(n_i - np_i)^2}{np_i}$
1	< 70	7	0,0263	0,0000	0,0263	2,6300	19,0969	7,2610
2	70-80	10	0,0945	0,0263	0,0682	6,8200	10,1124	1,4830
3	80-90	13	0,2458	0,0945	0,1513	15,1300	4,5369	0,2998
4	90-100	18	0,4751	0,2458	0,2293	22,9300	24,3049	1,0600
5	100-110	17	0,7131	0,4751	0,2380	23,8000	46,2400	1,9428
6	110-120	14	0,8827	0,7131	0,1696	16,9600	8,7616	0,5166
7	120-130	12	0,9650	0,8827	0,0824	8,2400	14,1317	1,7157
8	> 130	9	1,0000	0,9650	0,0350	3,5000	30,2500	8,6428
		100			1,0	10,1972	13,6512	$\chi^2 = 22,9217$

Отже, ми одержали значення статистики критерії:  $\chi^2 = 22,9217$ .

Тепер необхідно знайти критичне значення статистики, рівне  $\chi_{1-\alpha}^2$  ( $f = k - 1$ ).

У нашому випадку число ступенів волі дорівнює:  $f = k - 1 = 8 - 1 = 7$ . Використовуємо для обчислення критичного значення апроксимацію Вилсона-Хилферти

$$\chi_{\alpha}^2(f) = f \cdot \left( 1 - \frac{2}{9f} + u_{\alpha} \sqrt{\frac{2}{9f}} \right)^3,$$

де  $u_0$  —  $\alpha$ -квантиль стандартного нормального розподілу. У нашому випадку для  $1 - \alpha = 1 - 0,1 = 0,9$  маємо

$$u_{0,9} = 1,28 \quad \text{и} \quad \chi_{0,90}^2(7) = 7 \cdot \left( 1 - \frac{2}{9 \cdot 7} + 1,28 \cdot \sqrt{\frac{2}{9 \cdot 7}} \right)^3 = 11,98.$$

Тому що  $\chi^2 = 22,92 > 11,98$ , нульова гіпотеза відхиляється, т. е. твердження про те, що досліджувана вибірка швидкостей автомобілів відповідає нормальному розподілові з параметрами  $\mu = 101$  і  $\sigma = 16$ , не підтверджується.

## Лекція 8

## Формулювання висновків за результатами експерименту.

## 1 Загальні принципи опублікування результатів наукового дослідження

*Кожний науковець повинен прагнути до введення в науковий обіг результатів своїх досліджень.*

*Результати наукової діяльності оформляють не лише у вигляді курсової або дипломної роботи, кандидатської або докторської дисертації чи автореферату дисертації. Вони узагальнюються також у рефератах, тезах доповідей, статтях, монографіях, методичних і практичних матеріалах, підручниках, навчальних посібниках та ін.*

*Для майбутнього вченого важливо оволодіти технікою написання рефератів, наукових статей, монографій, тез доповідей і підготовки доповідей на конференції так, щоб вони не лише відповідали вимогам жанру публікації (виступу), а й були відповідним чином сприйняті читачами і слухачами.*

*Оприлюднити результати свого дослідження — це зробити даний матеріал надбанням фахівців, які використовують інформацію у своїй науковій або практичній діяльності. Кінцевим результатом будь-якого дослідження є широке використання його положень у певній галузі науки чи практики.*

*Слід запобігати як передчасному оприлюдненню результатів дослідження, так і затримкам з публікаціями.*

## 2 Наукова публікація: поняття, функції, основні види

**Публікація** (лат. *publicatio* — оголошую всенародне, оприлюднюю):

1) доведення до загального відома за допомогою преси, радіомовлення або

телебачення;

2) вміщення в різних виданнях (газетах, журналах, книгах) роботи;

3) текст, надрукований у будь-якому виданні.

**Публікації виконують кілька функцій:**

- оприлюднюють результати наукової роботи;

- сприяють встановленню пріоритету автора;

- свідчать про особистий внесок дослідника в розробку наукової проблеми;

- слугують підтвердженню достовірності основних результатів і висновків дисертації, новизни і наукового її рівня;

- підтверджують факт апробації та впровадження результатів і висновків дисертації;

- новизна і високий рівень наукових праць, в яких опубліковано результати дисертації, є одним із головних критеріїв оцінки;

- фіксують завершення певного стану дослідження або роботи в цілому;

- забезпечують первинною науковою інформацією суспільство, сповіщають наукове співтовариство про появу нового наукового знання.

ДСТУ 3017—95 "Видання. Основні види. Терміни та визначення" визначає **видання** як документ, який пройшов редакційно-видавниче опрацювання, виготовлений друкуванням, тисненням або іншим способом, містить інформацію, призначену для поширення, і відповідає вимогам державних стандартів, інших нормативних документів щодо видавничого оформлення і поліграфічного виконання.

**Науковим** вважається видання результатів теоретичних і (або) експериментальних досліджень, а також підготовлених науковцями до публікації пам'яток культури, історичних документів та літературних текстів. Воно призначене для фахівців і для наукової роботи.

**Серед наукових видань розрізняють дві групи:**

1) науково-дослідні;

## **2) джерелознавчі.**

До першої групи наукових видань належать:

**монографія** (науково-книжкове видання повного дослідження однієї проблеми або теми, що належить одному чи кільком авторам);

**автореферат дисертації** (наукове видання у вигляді брошури авторського реферату проведеного дослідження, яке подається на здобуття наукового ступеня);

**препринт** (наукове видання з матеріалами попереднього характеру, які публікуються до виходу у світ видання, в якому вони мають бути вміщені);

**тези доповідей**, а також **матеріали наукової конференції** (неперіодичний збірник підсумків конференції, доповідей, рекомендацій та рішень);

**збірник наукових праць** (збірник матеріалів досліджень, виконаних у наукових установах, навчальних закладах та наукових товариствах).

До другої групи наукових видань належать:

**джерелознавчі видання**, або **документальні наукові видання**, які містять пам'ятки культури та історичні документи, що пройшли текстологічне опрацювання, мають коментарі, вступні статті, допоміжні покажчики та інші елементи науково-довідкового апарату видання.

**За обсягом розрізняють два види наукових неперіодичних видань:**

**книга** (книжкове видання обсягом понад 48 сторінок);

**брошура** (книжкове видання обсягом від 4 до 48 сторінок).

3 Вимоги до кількості публікацій матеріалів наукового експериментального дослідження

**Повне опублікування основних наукових результатів дисертаційних робіт, які подаються на здобуття наукових ступенів доктора та кандидата наук, є однією з вирішальних передумов атестації наукових**

*кадрів.*

*Кількість та якість публікацій з теми дослідження є критерієм оцінки цінності роботи.*

*Наукова стаття — один із основних видів публікацій. Вона містить виклад проміжних або кінцевих результатів наукового дослідження, висвітлює конкретне окреме питання за темою дисертації, фіксує науковий пріоритет автора, робить її матеріал надбанням фахівців.*

*Наукова стаття подається до редакції в завершеному вигляді відповідно до вимог, які публікуються в окремих номерах журналів або збірниках у вигляді пам'ятки авторам.*

*Оптимальний обсяг наукової статті — 6—12 сторінок (0,5—0,7 друк. арк.).*

*Рукопис статті, як правило, має містити повну назву роботи, прізвище та ініціали автора(ів), анотацію (на окремій сторінці), список використаної літератури.*

*Стаття має просту структуру, її текст, як правило, не поділяється на розділи і підрозділи.*

*Умовно в тексті статті можна виділити такі структурні елементи.*

**1. Вступ** — постановка наукової проблеми, її актуальність, зв'язок з найважливішими завданнями, що постають перед Україною, значення для розвитку певної галузі науки або практичної діяльності (1 абзац або 5—10 рядків);

**2. Основні (останні за часом) дослідження і публікації**, на які спирається автор; сучасні погляди на проблему; труднощі при розробці даного питання, виділення невирішених питань у межах загальної проблеми, котрим присвячена стаття (0,5—2 сторінки машинописного тексту через два інтервали);

**3. Формулювання мети статті** (постановка завдання) — висловлюється головна ідея даної публікації, яка суттєво відрізняється від



сучасних уявлень про проблему, доповнює або поглиблює вже відомі підходи; звертається увага на введення до наукового обігу нових фактів, висновків, рекомендацій, закономірностей або уточнення відомих раніше, але недостатньо вивчених. Мета статті впливає з постановки наукової проблеми та огляду основних публікацій з теми (1 абзац, або 5—10 рядків).

**4. Виклад змісту власного дослідження** — основна частина статті. В ній висвітлюються основні положення і результати наукового дослідження, особисті ідеї, думки, отримані наукові факти, виявлені закономірності, зв'язки, тенденції, програма експерименту, методика отримання та аналіз фактичного матеріалу, особистий внесок автора в досягнення і реалізацію основних висновків тощо (5—6 сторінок).

**5. Висновок**, в якому формулюється основний умовивід автора, зміст висновків і рекомендацій, їх значення для теорії і практики, суспільна значущість; коротко накреслюються перспективи подальших розвідок з теми (1/3 сторінки).

**Жанр наукової статті вимагає дотримання певних правил:**

- у правому верхньому куті розміщуються прізвище та ініціали автора;
- назва статті стисло відбиває її головну ідею;
- ініціали ставлять перед прізвищем;
- слід уникати стилю наукового звіту чи науково-популярної статті;
- недоцільно ставити риторичні запитання;
- не слід перевантажувати текст цифрами 1, 2 та ін. при переліках тих чи інших думок, положень
- цитати в статті використовуються дуже рідко;
- усі посилання на авторитети подаються на початку статті, основний обсяг статті присвячують викладу власних думок;
- стаття має завершуватися конкретними висновками і рекомендаціями.

**Рукопис статті підписується автором(ами) і подається до редакції у двох примірниках.**

*Особливо цінними є статті, опубліковані у фахових наукових виданнях, затверджених ВАК України.*

*Формами висвітлення підсумків наукової роботи є також тези, доповіді, матеріали конференцій, конгресів, симпозіумів, семінарів, шкіл тощо.*

*Вони є свідченням **апробації** дисертаційної роботи і належать до опублікованих праць, які **додатково** відображають наукові результати дисертації. Слід враховувати, що апробація матеріалів дисертації на наукових конференціях, конгресах, симпозіумах, семінарах, у школах тощо є **обов'язковою**.*

***Тези** (гр. *thesis* —положення, твердження) — це коротко, точно, послідовно сформульовані основні ідеї, думки, положення наукової доповіді, повідомлення, статті або іншої наукової праці.*

***Тези доповіді** — це опубліковані до початку наукової конференції (з'їзду, симпозіуму) матеріали попереднього характеру, що містять виклад основних аспектів наукової доповіді. Вони фіксують науковий пріоритет автора, містять матеріали, не викладені в інших публікаціях.*

*Рекомендований обсяг тез наукової доповіді — 2—3 сторінки машинописного тексту через 1,5—2 інтервали.*