

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО
МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ



Кафедра технічного сервісу
та систем в АПК

ТЕХНОЛОГІЇ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ
В ТЕХНІЧНОМУ СЕРВІСІ

Методичні вказівки до практичної роботи №2
на тему: «ВІДСЛЮВАННЯ ЧИННИКІВ ЗА НАСЛІДКАМИ
ПОПЕРЕДНЬОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ»
для студентів СВО «Магістр»
спеціальності 208 «Агроінженерія»



2020

Технології наукових досліджень в технічному сервісі. Методичні вказівки до практичної роботи №2 для студентів СВО «Магістр» спеціальності 208 «Агроінженерія» – Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 2020. – 40 с.

Розробник: доц. Болтянська Н.І.

Рецензент: проф. Журавель Д.П.

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри ТСС АПК, протокол № 1 від серпня 2020 р.

Розглянуто і рекомендовано до впровадження в навчальний процес методичною комісією механіко-технологічного факультету, протокол № 1 від 2020 р.

ВІДСІЮВАННЯ ЧИННИКІВ ЗА НАСЛІДКАМИ ПОПЕРЕДНЬОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

Методичні вказівки до практичної роботи №2

МЕТА РОБОТИ – придбання навиків відсіювання незначущих чинників за наслідками попереднього (пошукового) експерименту.

1 ВКАЗІВКИ З САМОПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

1.1 Завдання для самостійної підготовки (Додаток А)

Вивчити:

- сутність експерименту, загальні вимоги до проведення;
- класифікація експериментів;
- фактори, що негативно впливають на отримання об'єктивних результатів при вивченні певної вибірки, обсяг вибірки;
- правила, яких необхідно дотримуватись при графічному відображенні результатів дослідження.

–Скласти звіт по роботі:

- номер, найменування та мета роботи;
- сутність експерименту, загальні вимоги до проведення;
- класифікація експериментів;
- фактори, що негативно впливають на отримання об'єктивних результатів при вивченні певної вибірки, обсяг вибірки;
- правила, яких необхідно дотримуватись при графічному відображенні результатів дослідження.

1.2 Питання для самопідготовки

1.2.1 Сутність експерименту, загальні вимоги до проведення.

1.2.2 Класифікація експериментів.

1.2.3 Дайте характеристику факторів, які можуть негативно вплинути на отримання об'єктивних результатів при вивченні певної вибірки?

1.2.4 Що визначає обсяг вибірки?

1.2.5 Яких правил необхідно дотримуватись при графічному відображенні результатів дослідження?

1.3 Рекомендована література

1. Адаменко М. І., Бейлін М. В. Основи наукових досліджень. Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2014. 188 с.
2. Бобилев В. П., Іванов І. І., Пройдак Ю. С. Методологія та організація наукових досліджень: навчальний посібник. Дніпропетровськ: Системні технології, 2008. 264 с.
3. Кислий В. М. Організація наукових досліджень: навчальний посібник. Суми: Університетська книга, 2011. 224 с.

2 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1 Програма робіт

- Оцінити тісноту зв'язку між факторами X_1 , X_2 , X_3 при умові, що відомі їх значення, отримані в попередньому експерименті.
- Вирішити, який з факторів може бути виключений з подальшого фізичного експерименту.

Скласти звіт та захистити роботу.

2.2 Оснащення робочого місця

2.2.1 Методичні вказівки.

2.2.2 Навчальна та наукова література.

2.3 Теоретичні відомості

2.3.1 Обробка експериментальних даних

Обробка експериментальних даних є одним з основних етапів будь-якого експерименту. Вона необхідна для отримання відповіді на питання: *«Чи достовірні одержані дослідні дані в межах потрібної точності або допусків?»* Це необхідно для прогнозування стану в різних умовах функціонування, оптимізації окремих параметрів, а також для розв'язку будь-яких інших специфічних задач. Особливо важливою є ретельна математична обробка результатів експериментів, яка підтверджує теоретичні висновки.

Застосування різних методів обробки експериментальних даних, критеріїв вірогідності і адекватності моделей досліджуваним процесам або явищам, оцінка точності і надійності результатів експерименту вимагає знання основних положень теорії імовірності і математичної статистики, умілого використання принципів і прийомів програмування.

Крім того, в зв'язку з ускладненням алгоритмів обробки даних необхідні глибокі знання основних обчислювальних методів. *Кінцевою метою будь-якої обробки експериментальних даних є висування гіпотез про клас і структуру математичної моделі досліджуваного явища, визначення складу і об'єму додаткових вимірів, вибір можливих методів наступної статистичної обробки і аналіз виконання основних передумов, що лежать у їх основі. Математичне моделювання об'єкта досліджень* полягає в математичній імітації поведінки об'єкта або системи з тим чи іншим ступенем точності для можливого його відтворення і дослідження як спрощеної і ідеалізованої копії (моделі).

Треба мати на увазі, що слово «*модель*» використовується в різних змістовних значеннях при заміні оригіналу (об'єкта досліджень) в рамках задачі, яка вирішується тим чи іншим її еквівалентом.

В техніці під моделлю розуміють спеціально синтезований об'єкт, що має певну міру подібності вихідному, реальному об'єкту. Модель співвідноситься з реальністю так, як «природній ландшафт» з картиною, яка його зображає і є творінням художника. Їх відповідність один одному залежить від рівня майстерності художника і застосованих ним образотворчих засобів. Ця аналогія, на наш погляд, достатньо повно ілюструє взаємозв'язок в методології науки між накопиченими людством знаннями і дійсними властивостями реальності.

При ідеалізації прагнуть до скорочення числа незалежних параметрів (змінних) і використання стандартних моделей окремих елементів.

Математичний опис об'єкту називається строгим, якщо він проведений на основі відомих постулатів суто математичним шляхом без будь-яких необґрунтованих припущень.

При цьому математичну строгість досліджень не варто змішувати з точністю. Будь-яке строге рішення може бути точним або наближеним. Воно може містити похибку в оцінці отриманих числових значень параметрів об'єктів. Цій похибці зазвичай дається оцінка в межах прийнятих припущень. Для прикладних досліджень питання математичної строгості часто не настільки важливе, на відміну від достовірності чи точності. З ними пов'язана ефективність застосування об'єкта досліджень у конкретних галузях і можливість отримання максимально корисного ефекту.

Залежно від складності об'єкту і цілей досліджень, одержують моделі трьох типів: *фізичні, розрахункові і математичні.*

Під фізичними моделями розуміють ті, які найбільш повно описують поведінку об'єкта за допомогою фізичних оцінок і термінів, загальноприйнятих у цій галузі науки. В такі моделі входять без спрощень усі відомі функціональні співвідношення і зв'язки між параметрами об'єкта, а також враховуються отримані експериментальні дані по даному об'єкту. Це найскладніший і найбільш трудомісткий тип моделей.

Недоліки цього методу полягають у тому, що моделі є складними за складом і структурою. Вони не дозволяють чітко визначити ступінь впливу окремих параметрів на фоні інших. Усе це ускладнює аналіз і синтез об'єктів досліджень.

Розрахункові моделі описують процес без урахування факторів, які не мають суттєвого впливу на кінцеві результати досліджень.

При таких припущеннях складні математичні залежності, що описують процеси, заміняють наближеними (апроксимованими) співвідношеннями, деякі змінні величини – їх середніми значеннями, нелінійні вирази – лінійними тощо. Таке спрощення дозволяє використовувати в подальших дослідженнях формальні методи сучасної математики і обчислювальної техніки.

Математична модель – це наближений опис певного класу явищ зовнішнього світу, виражений за допомогою математичної символіки.

Математичні моделі будуються аналітичним шляхом або отримуються на підставі обробки експериментальних даних. Вони в достатній мірі повно характеризують досліджуваний об'єкт. До них відносяться також алгоритми розв'язку рівнянь, складені на їх основі програми для комп'ютерної обробки експериментальних даних тощо.

Ці моделі найчастіше використовуються в прикладних галузях наук, частково в технічних науках по багатьох спеціальностях. По мірі насичення даних про об'єкт від таких моделей переходять до більш складних, які строго описують явища і закономірності, що вивчаються, а потім до побудови фундаментальних теорій.

У залежності від методу побудови, математичні моделі поділяють на два типи: *гносеологічні* (пізнавальні) і *інформаційні*.

Гносеологічні моделі призначені для опису різних фізичних, технологічних і інших характеристик об'єктів дослідження.

Інформаційні моделі – це математичні моделі, які використовуються для розв'язку задач аналізу та синтезу параметрів систем, що описують об'єкт досліджень.

Інформація, яка міститься в них використовується для розробки способів і методів впливу на об'єкт для отримання оптимальних параметрів чи раціональних інтервалів їх варіацій з ціллю ефективного функціонування в реальних умовах. Моделі такого типу є важливим елементом систем управління об'єктом. Вони дозволяють знаходити значення параметрів об'єкту, забезпечуючи можливість оперативного управління його функціонуванням.

Математична модель – потужний метод пізнання зовнішнього світу, а також прогнозування і управління. Аналіз математичної моделі дозволяє проникнути в сутність досліджуваних явищ. Процес математичного моделювання, тобто вивчення явища за допомогою математичної моделі, можна поділити на 4 етапи.

Перший етап – формулювання законів, що зв'язують основні об'єкти моделі. Цей етап вимагає широкого знання фактів, що відносяться до досліджуваних явищ, і глибокого проникнення в їх взаємозв'язки. Ця стадія завершується записом в математичних термінах сформульованих якостей, уявлень про зв'язки між об'єктами моделі.

Другий етап – дослідження математичних задач, до яких приводять математичні моделі. Основним питанням тут є розв'язок прямої задачі, тобто одержання в результаті аналізу моделі вихідних даних для подальшого їх співставлення з результатами спостережень досліджуваних явищ. На цьому етапі важливу роль набувають математичний апарат, необхідний для аналізу математичної моделі і обчислювальна техніка.

Третій етап – з'ясування того, чи задовольняє прийнята гіпотетична модель критерію практики, тобто з'ясування питання про те, чи узгоджуються результати спостережень з теоретичними наслідками моделі в межах точності спостережень. Якщо модель була цілком визначена – всі параметри її були задані, – то визначення ухилень теоре-

тичних наслідків від спостережень дає розв'язок прямої задачі з наступною оцінкою ухилень. Якщо ухилення виходять за межі точності спостережень, то модель не може бути прийнята.

Четвертий етап – наступний аналіз моделі в зв'язку з накопиченням даних про досліджувані явища і модернізація моделі. В процесі розвитку науки і техніки, дані про досліджувані явища, все більше і більше уточнюються, і настає момент, коли висновки, отримані на підставі існуючої математичної моделі, не відповідають нашим знанням про явище. В такому випадку виникає необхідність побудови, більш досконалої математичної моделі.

Для створення сучасної математичної моделі на підставі експериментальних даних необхідно розв'язати такі часткові задачі:

- *Аналіз, вибірка і відновлення аномальних (збитих) або пропущених вимірів.* Ця задача пов'язана з тим, що вихідна експериментальна інформація зазвичай неоднорідна за якістю. В основній масі результатів прямих вимірів дані отримуються з найменшими похибками, проте не можна виключати наявність грубих похибок, що викликані різними причинами (прорахунки експериментатора, збої обчислювальної техніки, аномалії в роботі вимірювальних приладів тощо).

Без глибокого аналізу якості даних, усунення або хоча б істотного зменшення впливу аномальних даних на результати експерименту та наступної їх обробки, можна зробити хибні висновки про досліджуваний об'єкт або явище.

- *Експериментальна перевірка законів розподілу експериментальних даних, оцінка параметрів і числових характеристик спостережуваних випадкових величин або процесів.* Вибір методів наступної обробки, спрямованої на побудову і перевірку адекватності обраної моделі досліджуваному явищу, істотно залежить від закону розподілу спостережуваних величин. Отримувані при розв'язку задачі висновки про природу експериментальних даних можуть бути як загальними (незалежність вимірів, їх рівноточність, характер похибок тощо), так і містити детальну інформацію про статистичні властивості даних (вид закону розподілу, його параметри). Розв'язок центральної задачі попередньої обробки не є чисто математичним, а вимагає також і змістовного аналізу досліджуваного процесу, схеми і методики проведення експерименту.

- *Групування вихідної інформації при великому об'ємі експериментальних даних.* При цьому повинні бути враховані особливості їх законів розподілу, які виявлені на попередньому етапі обробки.

- *Об'єднання декількох груп вимірів, одержаних, можливо, в різний час або в різних умовах, для спільного опрацювання.*

- *Виявлення статистичних зв'язків в взаємного впливу різних вимірюваних факторів і результуючих змінних, послідовних вимірів одних і тих же величин.* Розв'язок цієї задачі дозволяє відібрати ті змінні, які здійснюють найбільш сильний вплив на результуючу ознаку. Виділені фактори використовуються для подальшої обробки, зокрема, методами регресійного аналізу. Аналіз кореляційних зв'язків робить можливим висування гіпотез про структуру взаємних зв'язків змінних і, врешті-решт, про структуру моделі об'єкта досліджень.

У ході попередньої обробки, крім вищезазначених задач, часто розв'язують й інші, що мають частковий характер: *відображення, перетворення і уніфікацію* типу спостережень, *візуалізацію* багатомірних даних тощо.

Треба відзначити, що в залежності від остаточних цілей дослідження, складності досліджуваного явища і рівня апріорної інформації про нього, об'єм задач, що виконуються в ході попередньої обробки, може істотно змінитись. Те ж саме можна сказати і про співвідношення цілей і задач, які вирішуються при попередній обробці і на наступних етапах статистичного аналізу, спрямованих на побудову моделі об'єкта (процесу, явища). Так, наприклад, якщо метою експерименту є вимір значень невідомої, проте завідомо постійної величини шляхом прямих багатократних вимірів за допомогою засобу вимірів з відомими характеристиками похибок, то повна обробка результатів виміру обмежується найпростішою попередньою обробкою даних (оцінкою математичного очікування). В той же час, якщо вимірювана величина є змінною, а закон розподілу похибок вимірювального приладу невідомий, то для розв'язку остаточної задачі потребується проведення, як попередньої обробки даних, так і застосування статистичних методів дослідження фізичних залежностей.

Для розв'язку задач попередньої обробки використовуються різноманітні статистичні методи: перевірка гіпотез, оцінювання парамет-

рів і числових характеристик випадкових величин і процесів, кореляційний і дисперсійний аналіз. Для попередньої обробки першорядний вплив на якість розв'язку кінцевих задач дослідження, характерним є ітераційний розв'язок основних задач, коли повторно повертаються до розв'язку тієї або іншої задачі після одержання результатів на наступному етапі обробки.

У прикладних наукових (дисертаційних) роботах, особливо технічного профілю, завершальним етапом є проведення випробувань досліджуваного об'єкту умовах виробництва.

Випробування – це різновид наукових експериментальних досліджень, при яких досліджуваний об'єкт піддається оцінці у виробничих умовах, для роботи в яких, він власне і призначений.

При випробуваннях не змінюють параметрів його експлуатації, окрім тих, які передбачені відповідними вимогами інструкцій з експлуатації і технічного обслуговування у вигляді окремих регулювань механізмів. Мета таких випробувань полягає у визначенні відповідності даного об'єкту наукового (дисертаційного) дослідження тим виробничим вимогам, які були спочатку поставлені перед дослідниками (розробниками).

Державними нормативними документами сьогодні передбачається проведення майже 40 різних видів випробувань. Основними з яких є такі:

- попередні заводські або польові випробування дослідного зразка;
- приймальні випробування допрацьованих зразків або засвідчених партій;
- контрольні випробування при масовому виробництві машин;
- випробування зразків після капітального ремонту.

Перші два види випробувань застосовуються на стадії проектування, наукових досліджень і доопрацювання нових конструкцій машин та устаткування до їх працездатного стану. З їх допомогою оцінюється ефективність ідей, технологічних рішень, обґрунтованість вибору величини окремих параметрів, конструктивно-технологічних схем, закладених в такі машини і устаткування, ступінь обґрунтованості і оп-

тимальності базових (основних) величин параметрів. При цьому виявляються похибки, допущені при проектуванні, уточнюються параметри основних елементів досліджуваного об'єкту, можливі відхилення, надійність роботи у виробничих умовах і дається висновок про перспективність подальшого використання його по основному призначенню.

Наявність таких протоколів в додатку до дисертації є свідомством високої практичної значущості проведених дисертаційних досліджень, що спонукає проведення експертизи дисертації.

Вимоги щодо проведення статистичних спостережень

Вимоги щодо проведення спеціальних статистичних спостережень були сформульовані ще в ХІХ ст. відомим бельгійським статистиком А. Кетле.

Перше правило: Програма статистичних спостережень повинна включати тільки ті питання, на які необхідно одержати відповіді, виходячи з цілей статистичних спостережень. Виходячи з цього правила, із спостережень потрібно виключити всі показники, які передбачається одержати про всяк випадок.

Друге правило: в програму спостережень не варто включати питання, на які не вдасться одержати відповіді задовільної якості.

Третє правило: в програму спостережень не повинні включатись питання, які можуть викликати недовіру обстежуваних суб'єктів (одиниць сукупності) відносно цілей проведення статистичного дослідження. При організації спостереження завжди треба пам'ятати про вплив, який здійснює спостереження на досліджуваній об'єкт (одиниць сукупності).

Виконання цих правил досягається шляхом розгляду (ще до спостереження) всіх стадій статистичного дослідження – від цілей і методів збору, до способу зведення і групування, а також аналізу. Тільки в цьому випадку можна бути впевненим, що програма спостережень визначена правильно. *Інакше неминучі надмірності в програмі спостережень, або відсутності в ній деяких питань, без відповіді на які цілі дослідження не можуть бути виконані.*

2.3.2 Кореляція, кореляційний аналіз

Часто при дослідженні об'єкта або його моделі необхідно спостерігати за характеристиками двох і більше випадкових величин. Наприклад, за двома відгуками одного експерименту. При цьому може виникнути питання: чи є зв'язок між цими випадковими величинами? Істотна або несуттєва цей зв'язок, якщо вона є?

Кореляційний аналіз – це сукупність методів виявлення залежності (кореляції) між двома або більше випадковими ознаками або процесами.

Під *кореляцією* будемо розуміти статистичну залежність між двома випадковими величинами, що не має, взагалі кажучи, строго функціонального характеру.

Зауважимо, що кореляційний аналіз не дозволяє визначити вид функціонального зв'язку між випадковими величинами, а тільки наявність або відсутність передбачуваної зв'язку, наприклад лінійної, параболічної, експоненційної і т.д. В рамках цього навчального посібника ми обмежимося розглядом гіпотези про наявність лінійної кореляції.

Визначення виду функціонального зв'язку між величинами розглядається в регресійному аналізі.

Назва «кореляційний аналіз» походить від латинського слова *correlado* - узгодження, зв'язок, співвідношення, взаємозв'язок. Термін вперше введений Ф. Гальтон (1822-1911) в 1888 р

«Кореляція» означає «співвідношення». Якщо зміна однієї перемінної супроводжується зміною іншої, то можна говорити про кореляцію цих перемінних. Наявність кореляції двох перемінних нічого не говорить про причинно-наслідкові залежності між ними, але дає можливість висунути таку гіпотезу. Відсутність же кореляції дозволяє відкинути гіпотезу про причинно-наслідковий зв'язок перемінних.

Розрізняють кілька інтерпретацій наявності кореляційного зв'язку між двома вимірами:

1. Прямий кореляційний зв'язок. Рівень однієї перемінної безпосередньо відповідає рівневі іншої.

2. Кореляція, обумовлена 3-ма перемінними: 2 перемінні (а, с) зв'язані одна з іншою через 3-ю (в), не обмірювану в ході дослідження.

За правилом транзитивності, якщо є $R(a, b)$ і $R(b, c)$, то $R(a, c)$. Прикладом подібної кореляції є встановлений психологами США факт зв'язку рівня інтелекту з рівнем доходів.

3. Випадкова кореляція, не обумовлена ніякою перемінною.

4. Кореляція, обумовлена неоднорідністю вибірки. Уявимо собі, що вибірка, що ми будемо обстежувати, складається з двох однорідних груп. Наприклад, ми хочемо з'ясувати, чи пов'язана належність до визначеної статі з рівнем екстраверсії. Вважаємо, що «вимір» статі труднощів не викликає, екстраверсію ж вимірюємо за допомогою опитувальника Айзенка ЕТІ-1. У нас 2 групи: чоловіки-математики і жінки-журналістки. Не дивно, якщо ми одержимо лінійну залежність між статтю і рівнем екстраверсії-інтроверсії: більшість чоловіків будуть інтровертами, більшість жінок – екстравертами.

Кореляційні зв'язки розрізняються за своїм видом.

Якщо підвищення рівня 0,1 перемінної супроводжується підвищенням рівня іншої, то мова йде про позитивну кореляцію. Чим вище особистісна тривожність, тим більше ризик захворіти виразкою шлунку. Якщо ріст рівня однієї перемінної супроводжується зниженням рівня іншої, то ми маємо справу з негативною кореляцією. Чим боязкіша особа, тим менше в неї шансів зайняти домінуюче положення у групі.

Нульовою називається кореляція при відсутності зв'язку перемінних.

Функціональні зв'язки називають явними, так як вони пов'язують показники, отримані обчисленням по заздалегідь відомим формулами і законам. Отже, значення залежної змінної стає відомим, як тільки відомі значення незалежних змінних.

Таким чином, функціональною залежністю змінної Y від змінної X називають залежність виду $Y = f(X)$, де кожному допустимого значення X ставиться у відповідність за певним правилом єдино можливе значення змінної Y . Такий зв'язок має місце в точних науках: математиці, фізиці, хімії та ін., наприклад, залежність між радіусом і площею кола, масою тіла і швидкістю падіння і т.д.

Множинність результатів при аналізі зв'язку між змінними X і Y пояснюється перш за все тим, що залежна змінна Y зазнає впливу не тільки фактору X , а й цілого ряду інших факторів, які не враховуються

при аналізі. Крім того, вплив виділеного фактору може не бути прямим, а проявлятися через ланцюжок інших факторів.

Припустимо, що на величини X і Y впливають одні й ті ж фактори, наприклад Z_1, Z_2, Z_3 , тоді величини X і Y знаходяться в повній відповідності один з одним і пов'язані функціонально.

Припустимо, що на величини X і Y впливають загальні фактори Z_1 і Z_2 . Величини X і Y є випадковими, але так як є фактори, що впливають і на величину X , і на величину Y , значення X і Y обов'язково будуть взаємопов'язані. Однак виділена зв'язок вже не буде функціональною, вона носить імовірнісний, випадковий характер і змінюється від випробування до випробування.

Якщо кожному значенню змінної X відповідає не одне, а ціле безліч значень змінної Y , то така залежність називається статистичної (стохастичною). Все зв'язку, які можуть бути чисельно виміряні, підходять під визначення статистичної зв'язку. При такого зв'язку різним значенням однієї змінної відповідають різні закони розподілу значень іншої змінної.

Серед безлічі значень Y можна знайти середнє значення $M(Y/X = x)$, яке для кожного значення X своє. Безліч цих значень на графіку утворює лінію, вид якої може бути найрізноманітнішим (пряма, парабола, експонента і т.д.) і визначається випадковими величинами X і Y .

Якщо зміна однієї з випадкових величин приводить до зміни середнього значення іншої випадкової величини, то таку залежність називають кореляційної. Кореляційний зв'язок – це окремий випадок статистичної зв'язку. Її можна виявити тільки при масовому вивченні факторів у вигляді загальної тенденції. При цьому кожному фіксованому значенню аргументу відповідає певний закон розподілу значень функції, і навпаки, заданому значенню залежною змінною відповідає закон розподілу пояснює змінної. Наприклад, при вивченні споживання електроенергії Y залежно від обсягу виробництва X кожному значенню X відповідає безліч значень Y , і навпаки. В цьому випадку можна говорити про наявність стохастичною (кореляційної) зв'язку між змінними.

Залежно від напрямку функціональні та стохастичні зв'язку можуть бути прямими і зворотними. При прямому зв'язку напрямком зміни однієї ознаки збігається з напрямком зміни іншої ознаки.

Іншими словами, при збільшенні значень однієї ознаки збільшуються значення іншої ознаки, і навпаки, при зменшенні значень однієї ознаки зменшуються значення іншої ознаки. В іншому випадку між розглянутими ознаками існує зворотний зв'язок. Наприклад, чим вища кваліфікація працівника, тим вища продуктивність праці (зв'язок пряма). Чим більше респондентів зробили щеплення від грипу, тим менше загальна захворюваність на грип в країні (зв'язок зворотна).

За формою (аналітичного вираженню) зв'язку можуть бути лінійними і нелінійними (криволінійними). При прямолінійною зв'язку зі зростанням значення однієї ознаки (факторного) відбувається зростання (або спадання) значень іншої ознаки (результативного). Математично така зв'язок представляється рівнянням прямої, а графічно - прямою лінією. При нелінійних зв'язках зростання значень однієї ознаки (факторного) може відбуватися нерівномірно і приводити до різних змін значень іншої ознаки (результативного). Геометрично такі зв'язки представляються кривими лініями (парабола, експонента, гіпербола і т.д.).

За кількістю чинників, що діють на змінну, зв'язку класифікуються на прості (однофакторні) і багатofакторні, коли на зміну впливають дві ознаки або більше. Однофакторні, або прості, зв'язку зазвичай називають парними. Наприклад, зв'язок між інфляцією і безробіттям, виробленою продукцією і продуктивністю праці і т.д. У разі багатofакторної зв'язку передбачається, що на змінну впливає безліч факторів. Наприклад, попит на товар залежить від його ціни і рівня доходів населення, обсяг відвантаженої продукції - від попиту, ціни, продуктивності праці, доходів та ін. Тому, перш ніж переходити до вивчення зв'язку між двома змінними, необхідно ретельно розібратися з усіляким кругом існуючих між змінними зв'язків, подумати про їхню силу і про можливі напрямки.

У практиці статистичного аналізу можливі випадки, коли за допомогою кореляційних моделей виявляють досить сильну залежність ознак, в дійсності не мають причинного зв'язку один з одним. Такі кореляції називаються помилковими.

Кореляційний аналіз – це статистичне дослідження (стохастичної) залежності між випадковими величинами (англ. correlation –

взаємозв'язок). У найпростішому випадку досліджують дві вибірки (набори даних), у загальному – їх багатовимірні комплекси (групи).

Мета кореляційного аналізу – виявити чи існує істотна залежність однієї змінної від інших.

Головні завдання кореляційного аналізу:

1. оцінка за вибірковими даними коефіцієнтів кореляції
2. перевірка значущості вибірових коефіцієнтів кореляції або кореляційного відношення
3. оцінка близькості виявленого зв'язку до лінійного
4. побудова довірчого інтервалу для коефіцієнтів кореляції.

Кореляційний аналіз може виконуватися з використанням методу Пірсона або рангового методу Спірмена.

Метод Пірсона застосуємо для розрахунків, які вимагають точного визначення сили, що існує між змінними. Досліджувані з його допомогою ознаки повинні виражатися тільки кількісно. Коефіцієнт кореляції обчислюється за формулою:

$$r = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \sum (y - \bar{y})^2}}$$

Коефіцієнт **рангової кореляції Спірмена** дозволяє статистично встановити наявність зв'язку між явищами. Його розрахунок передбачає встановлення для кожної ознаки порядкового номера – рангу. Ранг може бути зростаючим або спадаючим. Для застосування методу Спірмена або рангової кореляції немає жорстких вимог у вираженні ознак – воно може бути, як кількісним, так і атрибутивним (якісним). Даний метод не встановлює точну силу зв'язку і має орієнтовний характер:

$$r = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2 - 1)},$$

де n – кількість ранжованих ознак;

d – різниця між рангами за двома змінними;

$\Sigma (d^2)$ – сума квадратів різниць рангів.

Оцінка значущості коефіцієнту кореляції відбувається шляхом розрахунку значення r , ґрунтуючись на перевірках двох гіпотез:

Основна гіпотеза $H_0: \rho = 0$;

Альтернативна гіпотеза $H_1: \rho \neq 0$.

Основна гіпотеза стверджує, що кореляції не існує між ознаками x та y у генеральній сукупності. Альтернативна гіпотеза стверджує, що кореляція між ознаками x та y генеральної сукупності значима. Коли основна гіпотеза відкидається на певному рівні значущості, це означає, що існує значуща відмінність між значенням r та 0. Коли основна гіпотеза приймається, це означає, що значення r не сильно відрізняється від 0 і є випадковим.

2.3.3 Порядок виконання роботи

Обрати вихідні дані для проведення розрахунків.

Провести ранжирування чинників і визначення коефіцієнтів кореляції, їх помилок і значущості.

Зробити висновок про можливість виключення з подальшого фізичного експерименту незначущих чинників.

Скласти список чинників для подальшого дослідження.

Вказівки до виконання завдань

Обрати вихідні дані згідно з варіантом з додатку Б та подати у вигляді табл. 1.

Таблиця 1

Числові значення факторів (варіант N)

X1	50	17	15	40	30	15	25	17	15
X2	115	90	83	106	100	134	110	77	80
X3	55	15	15	45	15	45	35	35	30

Розглянути перші два чинники X1 і X2. Значення першого чинника розташувати в зростаючому порядку і кожному значенню привласнити порядковий номер, табл. 2.

Таблиця 2

Розподіл чинника X1

Порядковий номер	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Значення чинника X1	15	15	15	17	17	25	30	40	50

Аналогічно розташувати значення другого чинника X2, табл. 3.

Таблиця 3

Розподіл чинника X2

Порядковий номер	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Значення чинника X2	77	80	83	90	100	106	110	115	134

Розрахувати ранги кожного значення чинників X1 і X2. У разі значень чинників, що повторюються, в ряду їм присвоюють дробові ранги - середнє арифметичне з порядкових номерів значень чинників, розміщених у зростаючому порядку.

Таблиця 4

Ранжирування чинників X1 і X2

Чинники і ранги	Порядкові номери								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Значення чинника X1	15	15	15	17	17	25	30	40	50
Ранги чинника X1	2	2	2	4,5	4,5	6	7	8	9
Значення чинника X2	115	90	83	106	100	134	110	77	80
Ранги чинника X2	8	4	3	6	5	9	7	1	2

Визначити різницю між рангами, квадрати різниць і суму квадратів різниць.

Обчислити коефіцієнт рангової кореляції за формулою Ч. Спірмена.

$$\rho = 1 - \frac{6 \cdot \sum d^2}{n(n^2 - 1)}$$

де n – число значень чинників у ряді. Для даного прикладу $n=9$.

$$\rho = 1 - \frac{6 \cdot 150.5}{9(9^2 - 1)} = -0,254$$

Таблиця 5

Результати обробки ранжирування чинників

Ранги значень X1	2	2	2	4,5	4,5	6	7	8	9
Ранги значень X2	8	4	3	6	5	9	7	1	2
Різниця рангів, d	-6	-2	-1	-1,5	-0,5	-3	0	7	7
Квадрат різниці рангів, d^2	36	4	1	2,25	0,25	9	0	49	49
Сума квадратів різниці рангів, $\sum d^2$	150,5								

Провести оцінку сили зв'язку між чинниками:

при $\rho < 0,1$ – немає зв'язку

при $0,1 < \rho < 0,7$ – середній зв'язок

при $0,7 < \rho < 1$ – сильний зв'язок

У даному випадку зв'язку немає.

Обчислити середньоквадратичну помилку коефіцієнта рангової кореляції.

$$m_p = \frac{1 - \rho^2}{\sqrt{n - 1}}$$

Перевірити значущість коефіцієнта рангової кореляції за t -м критерієм Стьюдента.

$$t_p = \frac{\rho}{m_p} = 0,719$$

Вибрати табличне значення t -критерію для рівня значущості $P=0,05$ (5-відсотковий рівень). Фактичне значення t -критерію порівняти з табличним (табл. 6), $t_T = 2,262$ ($t_p = 0,719 < t_T = 2,262$), що свідчить про низьку значущість одержаного коефіцієнта рангової кореляції.

Низька значущість коефіцієнта рангової кореляції свідчить про те, що з двох чинників жодного не можна виключити з експерименту, бо вони мають додаткову інформацію про об'єкт по відношенню до другого.

Висока значущість коефіцієнта рангової кореляції свідчить про те, що будь-який з двох чинників, що аналізуються, можна виключити з експерименту, бо жодний з них не має ніякої додаткової інформації про об'єкт по відношенню до другого.

Припустимо, що в нашому варіанті з фізичного експерименту виключається другий чинник X2.

Таблиця 6

Значення t -критерію Стьюдента при 5 - відсотковому рівні значущості

n	t	n	t	n	t
1	12,71	11	2,201	21	2,080
2	4,303	12	2,179	22	2,074
3	3,182	13	2,160	23	2,069
4	2,776	14	2,145	24	2,064
5	2,571	15	2,131	25	2,060
6	2,447	16	2,120	26	2,056
7	2,365	17	2,110	27	2,052
8	2,306	18	2,101	28	2,048
9	2,262	19	2,093	29	2,045
10	2,228	20	2,086	30	2,042

Розглянути тісноту зв'язку першого чинника X1 з третім чинником X3. Порядок виконання розрахунків аналогічний.

Зробити висновок про можливість виключення з фізичного експерименту одного із чинників X1 або X2.

Зробити висновки по роботі.

2.4 Хід проведення

2.4.1 Перевірка викладачем самостійної підготовки студентів до лабораторної роботи (наявність письмових відповідей на надані питання).

2.4.2 Викладач знайомить студентів з метою, змістом даної роботи та вимогами до захисту.

2.4.3 Опрацювання студентами матеріалів за п.2.3.

2.4.4 Захист практичної роботи відбувається за допомогою тестів наприкінці заняття за умови правильного оформлення звіту.

2.5 Після виконання роботи, студент складає звіт, який вміщує дані:

1. Найменування, номер та мету роботи.
2. Сутність експерименту, загальні вимоги до проведення.
3. Класифікація експериментів.
4. Фактори, що негативно впливають на отримання об'єктивних результатів при вивченні певної вибірки, обсяг вибірки.
5. Правила, яких необхідно дотримуватись при графічному відображенні результатів дослідження.
6. Характеристика факторів, що можуть негативно вплинути на отримання об'єктивних результатів при вивченні певної вибірки, обсяг вибірки.
7. Розрахунки за п 2.3.
8. Висновки.

Пункти 1,2,3,4,5,6 студент виконує самостійно, як підготовку до практичного заняття.

2.6 Контрольні запитання

2.6.1 Яка сутність експерименту, загальні вимоги до проведення?

2.6.2 Класифікація експериментів.

2.6.3 Дайте характеристику факторів, які можуть негативно вплинути на отримання об'єктивних результатів при вивченні певної вибірки?

2.6.4 Яких правил необхідно дотримуватись при графічному відображенні результатів дослідження?

- 2.6.5 Що характеризує коефіцієнт рангової кореляції?
- 2.6.6 В яких межах змінюється коефіцієнт рангової кореляції? Який може бути зв'язок?
- 2.6.7 За допомогою якого критерію перевіряють значущість коефіцієнту рангової кореляції? При якому рівні значущості?
- 2.6.8 На підставі чого робиться висновок про можливість відсіювання чинників з експерименту

ДОДАТКИ

Додаток А

А.1 Сутність експерименту, загальні вимоги до проведення

Однією з важливих складових наукових досліджень є *експеримент*. Термін «експеримент» походить від лат. *experimentum* – спроба, дослід і вживається для позначення низки споріднених понять: дослід, цілеспрямоване спостереження, відтворення об'єкта дослідження, організація особливих умов його існування, перевірка передбачень. Отже, поняття «експеримент» означає проведення у визначених умовах серії дослідів для спостереження за станом об'єкта дослідження, які дозволяють стежити за його змінами і відтворювати їх кожний раз під час повторення дослідів.

Основною *метою* експериментів є визначення властивостей об'єктів дослідження та перевірка справедливості гіпотез і на цій основі широке вивчення теми наукового дослідження.

Загальні вимоги до проведення експерименту

При проведенні експерименту потрібно дотримуватися таких загальних вимог:

- об'єкт дослідження повинен допускати можливість опису системи змінних, що визначають його функціонування;
- потрібно мати можливість проведення якісних та кількісних вимірів факторів, які впливають на об'єкт дослідження, зміну його стану або поведінки під час експерименту;
- опис об'єкта експериментального дослідження потрібно проводити в системі його складових;
- потрібне обов'язкове визначення та опис умов існування об'єкта дослідження (галузь, тип виробництва, умови праці тощо);
- потрібно мати чітко сформульовану експериментальну гіпотезу про наявність причинно-наслідкових зв'язків;
- необхідне предметне визначення понять сформульованої гіпотези експерименту;
- потрібне обґрунтоване виділення незалежної та залежної змінних;
- потрібний обов'язковий опис специфічних умов діяльності об'єкта дослідження (місце, час, соціально-економічна ситуація тощо).

Типові помилки в проведенні експерименту

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

А.2 Класифікація експериментів

- **За призначенням об'єкта експерименту:** *природничо-наукові, виробничі, педагогічні, соціологічні, економічні тощо.*
- **За характером зовнішніх впливів на об'єкт дослідження:** *речовинні, енергетичні, інформаційні.*
 - **Речовинний експеримент** передбачає вивчення впливу різних речовинних факторів на стан об'єкта дослідження, наприклад, вплив різних домішок на якість сталі.
 - **Енергетичний експеримент** використовується для вивчення впливу різних видів енергії (електромагнітної, механічної, теплової тощо) на об'єкт дослідження.
 - **Інформаційний експеримент** використовується для вивчення впливу інформації на об'єкт дослідження.

- **За характером об'єктів та явищ, що вивчаються в експерименті:** *технологічні, соціометричні* тощо.
 - **Технологічний експеримент** спрямований на вивчення елементів технологічного процесу (продукції, обладнання, діяльності робітників тощо) або процесу в цілому.
 - **Соціометричний експеримент** використовується для вимірювання існуючих міжособистісних соціально-психологічних відносин у малих групах з метою їх подальшої зміни.
- **За структурою об'єктів та явищ, що вивчаються в експерименті:** *прості та складні*.
 - **Простий експеримент** використовується для вивчення простих об'єктів, які мають у своєму складі невелику кількість взаємозв'язаних та взаємодіючих елементів, що виконують прості функції.
 - У **складному експерименті** вивчаються явища або об'єкти з розгалуженою структурою та великою кількістю взаємозв'язаних та взаємодіючих елементів, що виконують складні функції.
- **За способом формування умов проведення експерименту:** *природні та штучні*.
 - **Природні експерименти** характерні для біологічних, соціальних, педагогічних, психологічних наук, наприклад, при вивченні соціальних явищ (соціальний експеримент) в обставинах, наприклад, виробництва, побуту тощо.
 - **Штучні експерименти** широко використовуються в багатьох природничо-наукових або технічних дослідженнях. У цьому випадку вивчаються явища, що ізольовані до потрібного стану, для того щоб оцінити їх в кількісному та якісному відношеннях.
- **За організацією проведення експерименту:** *лабораторні, натурні, польові, виробничі, відкриті або закриті* тощо.
 - **Лабораторні дослідження** проводять з використанням типових приладів, спеціальних моделюючих установок, стендів, обладнання тощо.

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

Експерименти можуть бути **відкритими та закритими**. Такі типи експериментів значно поширені в психології, соціології, педагогії. У відкритому експерименті його завдання відкрито пояснюються тим, хто досліджується, у закритому – для одержання об'єктивних даних завдання експерименту приховуються.

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

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

–**Модельний експеримент** базується на використанні як об'єкта, що досліджується, моделі, яка може не тільки заміщувати в дослідженні реальний об'єкт, але і умови, в яких він вивчається.

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

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

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

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

–**Активним** називають експеримент, під час виконання якого дослідник може, за своїм бажанням, змінити рівень факторів і активно втручатись у процес дослідження. У цих умовах дослідник може планувати як однофакторний, так і багатфакторний експеримент.

– **Пасивним** називають експеримент, яким неможливо керувати. Умови проведення такого експерименту змінюються без участі дослідника. Постановка такого експерименту є простою, але точність результатів набагато нижча порівняно з активним експериментом. Рекомендації, розроблені на основі пасивного експерименту, мають значення тільки для умов його проведення.

- **За способом формування умов** – *лабораторні, виробничі.*
- **За метою дослідження** – *констатуючі, контролюючі, пошукові, вирішальні;*

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

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

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

- **За характером взаємодії засобів дослідження з об'єктом дослідження** – *натуральні або змодельовані.*

- **За типом моделей, які досліджуються в експерименті**, – *реальні або віртуальні (у думках та на ЕОМ).*

- **За числом факторів, що варіюються в експерименті: однофакторні та багатфакторні.**

Величини, що діють на об'єкт дослідження і здатні змінити його стан, називають **факторами**. Фактори бувають змінними, сталими і некерованими. *Змінним фактором* ($x_i, i=1, n$) називають контрольовану (вимірювану) змінну величину, що набуває на певний проміжок часу сталого значення. *Сталим* називають фактор, який не змінює свого значення протягом усього експерименту. Тобто, сталі фактори фіксуються

на визначених рівнях, і вживаються заходи для того, щоб ці рівні практично залишались незмінними.

На об'єкт дослідження впливає низка факторів, які важко або взагалі неможливо врахувати. Такі фактори називають *некерованими*, або *збуреннями* ($w_i, i=1, m$). Дію цих факторів на об'єкт дослідження ще називають *рівнем шуму*. Наявність шуму під час експерименту знижує його точність, надійність та ускладнює аналіз отриманих результатів.

Зміна стану об'єкта дослідження, яка спричинена впливом змінних факторів, називається ***вихідним параметром*** ($y_i, i=1, k$). Таким чином, експериментом можна назвати сукупність дослідів, скерованих на вивчення залежності вихідного параметра від факторів, що діють на об'єкт. Частина експерименту, виконану при певному значенні одного або декількох факторів, називають ***дослідом***.

Однофакторним називають експеримент, під час якого визначається вплив на об'єкт дослідження тільки одного змінного фактору. Саме класична методика експериментальних досліджень базується на серії однофакторних експериментів.

Спочатку вивчається залежність y_2 від x_2 при сталих значеннях $x_i, i=1, n$ та ін. При цьому отримують ряд емпіричних залежностей:

$$y_1=f(x_1) \text{ при } x_2, x_3, \dots, x_n=\text{const};$$

$$y_2=f(x_2) \text{ при } x_1, x_3, \dots, x_n=\text{const}; y_k=f(x_n) \text{ при } x_1, x_2, \dots, x_{n-1}=\text{const}.$$

Кожний фактор ($x_i, i=2, n$) змінюють ступнево на декількох (бажано не менше п'яти) рівнях.

Багатофакторним називають експеримент, під час якого на об'єкт дослідження одночасно діють декілька змінних факторів. Метод багатофакторного експерименту дає змогу отримати математичну модель процесу у вигляді рівняння, за яким оцінюють вплив на об'єкт дослідження як окремих факторів, так і їх взаємодію. Планування та оброблення отриманих результатів здійснюється за допомогою формалізованих методів, які будуть розглянуті далі.

Існують два види завдань, які вирішує основний експеримент: *інтерполяційні* та *оптимізаційні*. Розв'язання оптимізаційних задач по-

лягає у пошуку оптимальних умов перебігу процесу. Розв'язання інтеполяційних задач полягає у виявленні кількісних залежностей між різними факторами з метою математичного опису процесу.

До об'єкта дослідження ставляться такі вимоги:

- результати дослідів повинні відтворюватися; відхилення значень результатів дослідів, які здійснюються в однакових умовах через певний проміжок часу, не повинні перевищувати величини, визначеної методами математичної статистики;

- об'єкт дослідження має бути керованим, тобто повинна бути забезпечена можливість у кожному досліді обирати потрібні рівні факторів під час проведення активного експерименту.

Параметр оцінки – це результат досліду у відповідних умовах, або реакція об'єкта дослідження на дію факторів. До вихідних факторів висуваються такі вимоги:

- параметр оцінки повинен оцінюватись кількісно; множина значень, яких може набувати параметр оцінки, називається *областю визначення*;

- параметр оцінки повинен виражатись одним числом, без додаткових дій, вказівок;

- заданому набору факторів повинно відповідати тільки одне значення параметра; якщо під час повторення досліду в тих самих умовах величини параметра значно відрізняються (досліди не відтворюються), це означає, що не врахований якийсь важливий фактор або задане значення фактору змінюється у процесі дослідів;

- якщо параметром обрано декілька функціонально зв'язаних величин, перевагу доцільно надати тій, яку можна визначити з найбільшою точністю;

- параметр має бути універсальним для всебічної оцінки процесу; властивості універсальності мають комплексні параметри; технічні параметри в багатьох випадках є недостатньо універсальними;

- параметр бажано мати простим, який легко обчислюється і має фізичний зміст.

Після того, як обрано об'єкт дослідження і визначено вихідні параметри, необхідно розглянути всі існуючі фактори. Кожний фактор має свою сферу визначення. До факторів висуваються такі вимоги:

- для проведення активного експерименту фактори повинні бути керованими, тобто підпорядковуватись досліднику;
- у методиці необхідно визначити операційність факторів, тобто зазначити, як встановлюються рівні їх величини, чим регулюються, вимірюються і фіксуються; потрібно чітко знати розмірність усіх факторів і вихідного параметра;
- при визначенні величини фактору повинна забезпечуватися висока точність і відрізнятися на декілька порядків від інтервалу зміни його рівня.

До сукупності *факторів, що діють на об'єкт дослідження*, ставляться додаткові *вимоги*, а саме:

- фактори не повинні корелювати між собою, тобто при зміні одного фактору інший не повинен змінюватися; у випадку наявності кореляції в якості фактору можна приймати відношення двох факторів, логарифм їх відношення тощо;
- фактори повинні бути сумісними, тобто наявність одного з них не повинна виключати іншого.

Після обрання об'єкта дослідження, параметра і факторів, а також визначення виду експерименту переходять до складання плану його виконання.

А.3 Фактори, які можуть негативно вплинути на отримання об'єктивних результатів при вивченні певної вибірки

Фактори, що заважають отримати об'єктивні результати при вивченні даної вибірки:

1) комунікатор дослідник: від нього залежить достатність чи недостатність вибірки для перевірки гіпотези; метод може не відповідати меті дослідження; незадовільний план вибору; відхилення від плану вибору, коли, напр., психолог коректує ситуацію; свідомий чи випадковий вплив на відповіді досліджуваних; некваліфіковане ведення дослідження, опрацювання матеріалу тощо;

2) **комунікант досліджуваний**: недостатня готовність до спілкування з психологом на понятійному рівні; упередженість; інтелектуальна нездатність; неуважність при виконанні тестових завдань; навмиєність дій тощо;

3) **дослідницький інструментарій** тестові завдання, анкети, бланки: неясні, нечіткі запитання; помилки в бланках-ключах обробки результатів, завдання, що не відповідають можливостям даного віку тощо.

4) **ситуація обслідування**: невідповідність вимогам методу чи конкретної методики: час, місце, неоднакові умови для усіх представників вибірки, вплив оточення, сторонні подразники і ін.

Обсяг вибірки визначається: 1) Завданнями дослідження; 2) ступенем однорідності ГС, яку дана вибірка репрезентує; 3) рівнем гарантованої достовірності, надійності результатів дослідження (довіра й прихильність досліджуваного, точність відповідей); 4) необхідною точністю результатів, тобто величиною допустимої помилки репрезентативності.

При визначенні вибірки враховується сукупність технічних прийомів, які застосовуються для статистичного та якісного аналізу результатів дослідження.

Обсяг вибірки — кількість одиниць у вибірковій сукупності. Необхідний для забезпечення репрезентативності та належної якості результатів вибіркового обстеження обсяг вибірки розраховують в залежності від способу відбору та типу вибірки. Величина обсягу вибірки залежить від варіації досліджуваних ознак та припустимої похибки вибірки.

Способи визначення вибірок:

1. **Метод типових окремих випадків (монографічний метод)** в такому випадку вибірка складається з одного-двох елементів. Елемент має ознаки свого класу, своєї ГС. Даний монографічний метод може бути пов'язаний зі збором інформації при великих об'єктах дослідження: напр., промислового виробництва, міста тощо.

2. **Статистичні вибіркові методи.** Їх можна поділити на 2 основні групи. **I гр. - Вибір на розсуд** - цілеспрямований вибір: на основі знання ГС обираються типові елементи, щоб таким чином отримати

зменшену модель цієї ГС. Недоліком може бути суб'єктивізм психолога; **вибір за квотами** – у відповідності з відомим складом ГС обираються квоти для вибору по відношенню для певних суттєвих ознак (вік, стать, освіта). - **вибір випадковий** - за принципом лотереї. Усі елементи ГС нумеруються, старанно перемішуються жеребки, обирається лише певна кількість, які й утворюють вибірку; **системний вибір** – за основу береться певна система: з елементів ГС сформована певна послідовність, а обирається кожен n-й елемент з їх кількості.

Існують видозмінені (модифіковані форми системного вибору: буквенний вибір, метод кінцевих цифр; вибір за допомогою випадкових чисел; вибір шарами; комбінований).

Правила, яких необхідно дотримуватись при графічному відображенні результатів дослідження. Види унаочнення результатів дослідження.

Етапи добору і побудови графічних зображень чи побудови таблиць:

1. Визначити суттєву інформацію в зібраному матеріалі.
2. Ознайомитись з усіма типами графічного опису результатів і обрати найбільш доцільний з них.
3. Знати і використовувати усі види унаочнення, які підходять за характером матеріалу.
4. Розробити чітку інструкцію для креслення та зчитування інформації відповідно до обраного графіку

Групування та графічна обробка даних:

Зведення дослідницьких даних – означає їх систематизацію та встановлення якісних і кількісних залежностей між факторами, які досліджувались. Групування передбачає розподіл дослідницьких даних на групи на основі певних показників, причому окремій групі мають бути притаманні однакові, або близькі за значенням елементи.

Групування даних може бути простим (дослідницькі дані групуються за однією ознакою, або комбінованим (дані групуються за кількома ознаками*). Отримані у процесі дослідження кількісні дані можна подавати переважно трьома способами: звичайне їх наведення у тексті роботи, тобто послідовно перераховувати відповідно до логіки аналізу результатів; подавати у вигляді таблиць; подавати у вигляді графічних зображень.

Таблиця – це форма унаочнення систематизованого раціонального викладу цифрового матеріалу, який характеризує досліджуване явище, або ж процес у цілому.

Побудова *графіків*, які застосовуються в психологічних та педагогічних дослідженнях, повинна опиратися на численні практичні навички.

Правила побудови графіків:

Загальна структура графіків повинна передбачати його читання зліва направо та знизу вгору.

Горизонтальну шкалу для кривих слід читати, як правило, зліва направо, а вертикальну – знизу вгору.

Цифри на шкалах слід розміщати зліва і знизу впродовж відповідних осей.

Всі позначення і цифри для зручності читання слід розміщувати від основи як початку, або з правого краю як початку.

Кожен графік (рис. та таблиця повинні мати нумерацію).

Нумерація рисунків, як правило, наскрізна (проходить через усе дослідження* та окрема від нумерації таблиць. Номер таблиці ставиться в правому кутку над таблицею, номер рисунку ставиться по центру під рисунком. Як рисунки, так і таблиці повинні мати назви. Назва повинна бути якомога чіткою, лаконічною, однак відтворювати основний зміст інформації. Якщо є потреба, то необхідно додатково вводити підзаголовки чи пояснення.

Назва в таблиці наводиться під її номером над таблицею по центру; назва рисунку, як правило, справа від номера (з метою економії місця*, або ж під номером).

Правила та етапи графічного зображення:

- 1.Наявність осей абсцис та ординат
- 2.Визначення назв осей
- 3.Наявність точки відліку «0»
- 4.Наявність точки динаміки розвитку (кінцевої)
- 5.Обирання масштабу
- 6.Наявність найвищої та найнижчої точки
- 7.При наведенні показників за допомогою кривої, кожна точка на шкалі відповідає точці емпіричної величини

8. При унаочненні діаграмою точка емпіричної величини на стовпчику знаходиться на вершині стовпчика, що співпадає з величиною на шкалі.

9. Кожен малюнок повинен мати свою нумерацію.

10. Таблиці та малюнки також повинні мати нумерацію (чітко та лаконічно сформульовану)

11. У деяких випадках унаочнення потребує додаткової осі (додатковій осі повинні бути чітко відмежовані від основної осі, відображати динаміку)

Додаток Б

Б.1 Вихідні дані для розрахунків

Варіант 1									
X ₁	55	20	17	43	12	32	28	20	21
X ₂	125	100	93	116	110	144	120	87	90
X ₃	60	20	20	50	20	50	40	40	30
Варіант 2									
X ₁	60	25	22	48	17	37	33	25	17
X ₂	140	115	108	131	125	159	135	102	105
X ₃	63	23	23	53	23	53	43	43	33
Варіант 3									
X ₁	8	7,7	9	8	9	13	12	10	11
X ₂	100	200	150	270	310	160	190	230	350
X ₃	40	42	60	45	66	87	90	80	12
Варіант 4									
X ₁	10	11	12	10	12	15	14	13	16
X ₂	130	230	180	300	340	190	220	260	380
X ₃	80	85	90	75	87	108	100	94	110
Варіант 5									
X ₁	17	13	16	15	9	13	8	9	11
X ₂	360	240	200	170	320	280	160	210	110
X ₃	115	92	110	108	60	92	50	62	83
Варіант 6									
X ₁	3	10	4	15	10	20	22	15	30
X ₂	63	45	50	40	52	40	35	48	40
X ₃	200	420	250	600	450	700	730	620	900
Варіант 7									
X ₁	5	12	6	17	12	22	24	17	32
X ₂	80	63	67	47	69	57	52	65	57
X ₃	220	420	270	620	470	720	750	640	920

Варіант 8									
X ₁	4	11	5	16	11	21	23	16	31
X ₂	75	58	62	42	64	52	47	60	52
X ₃	210	400	260	610	500	710	740	650	870
Варіант 9									
X ₁	2,5	7	3	10	7	15	5	15	20
X ₂	7	8,3	9	7,7	10	9,5	11	8	11
X ₃	150	450	200	600	430	750	350	680	800
Варіант 10									
X ₁	19	14	4	14	6	9	3	6	2,5
X ₂	7,5	8,8	9,5	8,2	10,5	10	11,5	8,5	11,5

